

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-018192

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2001-174698

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 08.06.2001

(72)Inventor : ONO HIDEAKI  
 NAKATSUGAWA KEIICHI  
 KATO TSUGIO  
 OKA KAZUYUKI  
 TAKECHI RYUICHI  
 TAMAI AKIKO

(30)Priority

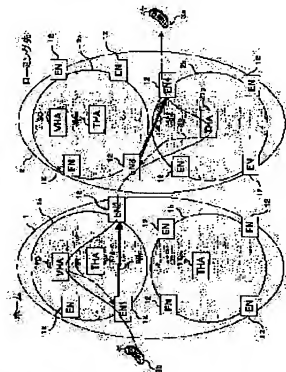
Priority number : 2001133330 Priority date : 27.04.2001 Priority country : JP

(54) PACKET TRANSFER METHOD IN HIERARCHICAL PACKET NETWORK, HIERARCHICAL PACKET COMMUNICATION SYSTEM, GATE NODE AND EDGE NODE AND MOBILE TERMINAL USED FOR THE SAME SYSTEM, AND HANDOVER METHOD AND ROUTING NODE IN PACKET NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high speed handover and route optimization free from limitations on a packet transfer route in a packet communication system.

SOLUTION: A gate node 21b reports the current position information of a mobile terminal 3a managed by the gate node 21b itself to an edge node (called 'communicating edge node') (EN '3'), which routes a packet destined for the mobile terminal 3a to the gate node as cache information, and the communicating edge node (EN '3') executes routing of the packet destined for the mobile terminal 3 to a resident edge node (EN '4'), based on the reported cache information in place of the gate node 21b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.11.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application  
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-18192

(P2003-18192A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/56

識別記号

1 0 0

F I

H 0 4 L 12/56

テーマコード(参考)

1 0 0 D 5 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数10 ○ L (全 90 頁)

(21) 出願番号 特願2001-174698(P2001-174698)

(22) 出願日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(31) 優先権主張番号 特願2001-133330(P2001-133330)

(32) 優先日 平成13年4月27日(2001.4.27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 小野 英明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 中津川 恵一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100092978

弁理士 真田 有

最終頁に続く

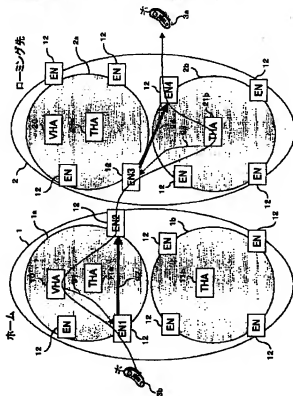
(54) 【発明の名称】 階層化パケット網におけるパケット転送方法並びに階層化パケット通信システム並びに同システムに使用されるゲートノード、エッジノード及び移動端末並びにパケット網におけるハンドオー

(57) 【要約】

【課題】 パケット通信システムにおいて、ハンドオーバの高速対応とパケット転送ルートに制限の無いルート最適化とを実現する。

【解決手段】 ゲートノード21bが、自己が管理する移動端末3aの現在位置情報をキャッシュ情報として移動端末3a宛のパケットを自己宛にルーティングして行くエッジノード（以下、通信中エッジノードという）

(EN “3”) に通知し (93)、その通信中エッジノード (EN “3”) が、通知されたキャッシュ情報に基づき上記ゲートノード21bに代わって移動端末3a宛のパケットの在圏エッジノード (EN “4”) に対するルーティングを実施する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット網において、

該ゲートノードが、自己が管理する該移動端末の現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてくるエッジノード（以下、通信中エッジノードという）に通知し、当該通信中エッジノードが、該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施することを特徴とする、階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【請求項2】 該エッジノードが、それぞれ、少なくとも自己を収容するゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と該階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）を含む報知情報を該移動端末に送信し、

該移動端末は、該報知情報に含まれる該ゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても該網識別情報が変化していなければ、自己の現在位置情報の登録先を、該ゲートノードに維持することを特徴とする、請求項1記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【請求項3】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムにおいて、

該移動端末が、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を該現在位置情報として特定のゲートノードに通知して登録する現在位置登録手段をそなえるとともに、

該ゲートノードが、該移動端末の該現在位置登録手段によって通知される該現在位置情報を管理する端末位置管理手段と、該端末位置管理手段で管理されている該現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてくるエッジノード（以下、通信中エッジノードという）に通知するキャッシュ情報通知手段とをそなえ、且つ、該エッジノードが、該ゲートノードの該キャッシュ情報通知手段により通知されたキャッシュ情報を保持するキャッシュ手段と、該キャッシュ手段に保持されている該キャッシュ情報に

基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、階層化パケット通信システム。

【請求項4】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該ゲートノードであって、

該移動端末から当該移動端末の現在位置情報として通知されてくる、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を管理する端末位置管理手段と、該端末位置管理手段で管理されている該現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットをルーティングしてくるエッジノードに通知するキャッシュ情報通知手段とをそなえたことを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用されるゲートノード。

【請求項5】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該エッジノードであって、

該ゲートノードで管理されている、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報をキャッシュ情報として受け保持するキャッシュ手段と、

該キャッシュ手段に保持されている該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用されるエッジノード。

【請求項6】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該移動端末であって、少なくとも該在圏エッジノードを収容するゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と該階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）を含む報知情報を、該在圏エッジノードから受信する報知情報受信手段と、

該報知情報受信手段で受信された報知情報に含まれる該

ゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても該網識別情報が変化していなければ、自己の現在位置情報の登録先を、該ゲートノードに維持する現在位置登録手段とをそなえたことを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用される移動端末。

【請求項 7】 移動端末と複数のルーティングノードとをそなえて成るパケット網において該移動端末の移動に伴って当該移動端末へのパケット転送ルートを変更するハンドオーバー方法であって、

特定のルーティングノード（以下、特定ノードという）において該移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理しており、該特定ノードが、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、識別したパケット種別に応じて該複数の端末位置情報のいずれかを選択し、選択した端末位置情報に基づいて該受信パケットをルーティングすることを特徴とする、パケット網におけるハンドオーバー方法。

【請求項 8】 該特定ノードが、該複数の端末位置情報として、該移動端末の現在の位置情報と、該移動端末の通信開始時の位置情報とを管理しており、

識別した該パケット種別がパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の現在の位置情報を選択する一方、識別した該パケット種別がパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の通信開始時の位置情報を選択することを特徴とする、請求項 7 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

【請求項 9】 移動端末と通信してパケットの送受を行ないうる複数のルーティングノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なルーティングノード（以下、在圏ノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット網において、

該ゲートノードが、自己が管理する該移動端末の現在の位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしうるルーティングノード（以下、通信中ノードという）に通知し、当該通信中ノードは、

該移動端末の通信開始時の位置情報を管理しており、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、

該識別の結果、該受信パケットがパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、該ゲートノードから通知されたキャッシュ情報に基づき該ゲートノードに

代わって該受信パケットを該在圏ノードへルーティングし、

該識別の結果、該受信パケットがパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別であると、該通信開始時の位置情報に基づいて該受信パケットを該ゲートノードへルーティングすることを特徴とする、パケット網におけるハンドオーバー方法。

【請求項 10】 移動端末と複数のルーティングノードとをそなえて成るパケット網を構成し該移動端末の移動に伴って当該移動端末へのパケット転送ルートを変更しうるルーティングノードであって、

該移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理する端末位置管理手段と、

該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別するパケット種別識別手段と、

該パケット種別識別手段で識別したパケット種別に応じて該端末位置管理手段で管理されている該複数の端末位置情報のいずれかを選択する選択手段と、

該選択手段によって選択された端末位置情報に基づいて該受信パケットをルーティングするルーティング手段とをそなえたことを特徴とする、ルーティングノード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、階層化パケット網におけるパケット転送方法並びに階層化パケット通信システム並びに同システムに使用されるゲートノード、エッジノード及び移動端末並びにパケット網におけるハンドオーバー方法並びにルーティングノードに関し、特に、MIPv6 (Mobile Internet Protocol version 6) 等に準拠したパケット網に用いて好適な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、IETF (Internet Engineering Task Force) において、インターネットプロトコル (IP) 上で携帯電話等の移動端末として、単に「端末」ともいう「位置を管理する方式として、「MIPv6」が提案されている。図 6 3 に「MIPv6」に準拠したパケット通信システムの一例を示す。この図 6 3 に示すシステムでは、ルータ網（パケット網）110 を運営する ISP (Internet Service Provider) 等（以下、単に「プロバイダ」という）が管理するホームエージェント (HA: Home Agent) ノード 100 において、そのプロバイダが提供するパケット転送サービスの契約加入者の移動端末（これを「ホーム端末」あるいは「契約端末」という）500 の現在位置が管理される。

【0003】同様に、HANODE 100（ルータ網 110）のプロバイダとは異なるプロバイダが管理する HANODE [HANODE 100 側からみれば外部 (foreign) 網 210 の HANODE] 200 であり、ルータ網 210 についての契約端末の現在位置が管理される。なお、300、400 はルータ網 110、210 間を結ぶ中継

ルータ網を表す。

【0004】ここで、具体的に、上記の契約端末500の現在位置管理は、契約端末500が契約ルータ網（ホーム網）110に存在している場合、その現在位置からアクセスしうる最寄りのアクセスノード（在圏ノード；無線基地局としての機能を有するパケットのラストホップルータ）111から広告（報知）される情報（ルータ広告（RA：Router Advertisement）メッセージ）に含まれるアクセスノード111のIPアドレスを基にCOA（Care of Address）と呼ばれる、現在自己がどのノードの在圏ゾーンに位置しているか（つまり、端末500の接続先ノード）を表す情報を作成し、これをHANノード100に通知することで実施される。

【0005】一方、契約端末500がその移動により非契約ルータ網（移動先網）210に存在している場合（いわゆる「ローミング」中の場合）には、契約端末500は、移動先網210の最寄りのアクセスノード211から受信されるRAに含まれるアクセスノード211のIPアドレスを基にCOAを作成して、これをホーム網110のHANノード100にルータ網210、300、400を介して通知することになる。

【0006】つまり、契約端末500は、その移動によって受信するRAに含まれるIPアドレスが変化して最寄りのアクセスノード111又は211がかわる度に、新たなCOAを作成してホーム網110のHANノード100に対して現在位置の更新登録を実施するのである。これにより、HANノード100は、契約端末500が非契約ルータ網210に位置する場合（「ローミング」中の場合）であっても、逐次、更新登録されている現在位置宛に契約端末500宛のパケットをカプセル化（契約端末500宛のパケットにCOAを宛先アドレスとするヘッダを付加）して転送することで、契約端末500宛のパケットを正しく契約端末500に届けことができ、正常な移動通信が実現される。

【0007】なお、ルータ網210についての契約端末によるHANノード200に対する位置登録手順も上記と同様である。しかしながら、このような位置登録手順では、端末はその移動により最寄りのアクセスノードが変わる度に常にHANノード100又は200に位置登録を行なわなければならないため、現在位置とHANノード100（又は200）との距離に応じたパケット転送遅延が生じ、高速ハンドオーバーには不向きである。また、アクセスノード211（又は111）からHANノード100（又は200）までのルータ網210、300、400、110のトラフィック量の増大につながる。

【0008】なお、上記のシステムにおいてローミング中の契約端末（以下、ローミング端末という）500と相手端末600（移動端末でもよいし固定端末でもよい）との通信が開始された後は、例えば図64に示すように、ローミング端末500が、HANノード100に対

する位置登録と同様に、相手端末600に現在のCOAを通知する（破線矢印700参照）ことで、「ルート最適化」を図ることができる。つまり、相手端末600は、現在のCOAをローミング端末500から直接受信すること、HANノード100を経由せずにそのCOA宛に直接パケットを送信することができるようになるのである（実線矢印800参照）。

【0009】ただし、この場合も、ローミング端末500が移動した最寄りのアクセスノード211が変わったときには、その都度、新しいCOAを相手端末600に通知するため、相手端末600との距離に応じたパケット転送遅延によってハンドオーバー品質が左右されることになり、やはり高速ハンドオーバーには向かない。

【0010】このように、図63に示すような通常の「MIPv6」網（パケット通信システム）では、ローミング先のルータ網210でローミング端末500が移動すると、その移動の度（正確には、最寄りのアクセスノードが変わる度）に、HANノード100への位置登録が発生し、ハンドオーバー時の通信品質劣化を生じるが、これを緩和するために、近年、ルータ網を階層化して階層内の移動時にはHANノードへの位置登録を不要とする方式（階層化（Hierarchical）MIPv6）も提案されている。

【0011】図65に階層化Mobile-IPv6（以下、「HMI P v6」と表記する）に準拠したパケット通信システムの一例を示す。この図65において、900が移動端末500へのゲート機能を提供するゲートノード（MA：Mobility Agent）であり、この図65に示すように、それぞれが1台以上のアクセスノードを収容することにより、ルータ網110又は210のMA900単位での階層化が図られている。

【0012】そして、例えば、ルータ網110をホーム網とする契約端末500がホーム網110からローミング先のルータ網210へ移動（ローミングイン）すると（矢印903参照）、その端末500は、最寄りのMA900からルータ広告（RA）メッセージ（以下、単に「ルータ広告」という）を受けて、そのMA900配下で使用するローカルなIPアドレス（「PCOA」と呼ばれる）と、HANノード100からMA900まで到達可能なIPアドレス（「VCOA」と呼ばれる）の2つのアドレスを作成する。

【0013】その後、端末500は、「VCOA」をHANノード100に通知して現在位置の位置登録を行なう（矢印904参照）とともに、「PCOA」をMA900に通知してMA900にも位置登録を行なう（矢印905参照）。以降、端末500は、同一MA900の配下での移動の場合（矢印901参照）には、MA900にのみ位置登録を行ない（矢印906参照）、HANノード100への位置登録は行なわず、MA900が異なる地域へ移動した場合（矢印902参照）には、再度、移動先の

MA900とHAノード100の両方に位置登録を行なう(矢印907, 908参照)。なお、端末500は、ホーム網110内に位置する場合にも、MAをまたぐ移動が生じると、その都度、移動先のMA900とHAノード100の双方に位置登録を行なう。

【0014】つまり、「HMIPv6」準拠のパケット通信システム(以下、階層化パケット通信システムという)では、同一MA900内の移動であれば、端末500は自己の現在位置の登録先(MA900)を切り替えないのである。したがって、図63及び図64により前述した通常のシステムよりも、高速なハンドオーバを実現できる。

【0015】なお、この階層化パケット通信システムにおいても、前述したような「ルート最適化」を行なう場合には、図66に示すように、ローミング端末500が、相手端末600との通信開始後、相手端末600に現在の「VCOA」を通知すればよい(破線矢印909参照)。つまり、相手端末600から最初に端末500宛に送信されたパケットが、一旦、HAノード100で受信され(矢印910参照)、HAノード100にて「VCOA」(MAアドレス)でカプセル化されてMA900へルーティングされ、そのMA900にて「PCOA」(移動先アドレス)でカプセル化されて該当アクセスノード211へルーティングされることにより、相手端末600とローミング端末500との通信が開始されるが、その後は、ローミング端末500が、相手端末600に「VCOA」(MA900まで到達可能なアドレス)を通知することにより、相手端末600は、その「VCOA」宛にパケットを送信することが可能となり、当該パケットはMA900まで到達できる。

【0016】ただし、この場合も、ローミング端末500の移動によりMA900が変わる(「VCOA」が変わる)場合には、その都度、新しい「VCOA」を相手端末600に再通知する必要がある。なお、「ルート最適化」前の相手端末600からローミング端末500までのパケット転送ルートの一例を図67に、「ルート最適化」後の相手端末600からローミング端末500までのパケット転送ルートの一例を図68にそれぞれ示す。なお、これらの図67、図68において、符号110a, 110b(210a, 210b)はそれぞれMA900が管轄する階層化網を表し、これらの階層化網110a, 110b(210a, 210b)によってホーム網110(移動先網210)が形成されていることを示している。

【0017】そして、これらの図67、図68から分かるように、階層化パケット通信システムでは、HAノード100に「VCOA」を通知することで、常に、端末500が位置登録(「PCOA」の通知)を行なっているMA900までのルートが最短距離となるよう最適化される(換言すれば、階層化パケット通信システムにおける

「ルート最適化」では、必然的に、最低1台のMA900を経由することになる)。

【0018】ところで、従来の「Mobile-IP」網におけるハンドオーバ方法には、「スムースハンドオーバ」と呼ばれるものがある。これは、例えば図69に模式的に示すように、HA100(200)に「COA1」が登録されている状態で、端末500が移動して接続先ルータが「R1」から「R2」に変わることにより新しい「COA2」を作成したときに、HA100(200)ではなく、移動直前の接続先ルータ「R2」に対して、新しい「COA2」宛にパケットを転送しよう要求(「COA2」を登録)する(これをスムースハンドオーバ指示という; 矢印912参照)ことで実現される。

【0019】即ち、この図69において、「スムースハンドオーバ指示」を受けた(端末500により「COA2」が登録された)ルータ「R1」は、HA100(200)にて「COA1」宛にカプセル化されて転送されてくる、相手端末(CN; Corresponding Node)600が端末500のホームアドレス宛に送信したパケットを受信すると(矢印910, 911参照)、その受信パケットをさらに「COA2」宛にカプセル化して転送するのである。

【0020】これにより、端末500が通信中に旧ルート(ルータ「R1」)へ到着したパケットは「スムースハンドオーバ指示」によって新しい「COA2」へと転送されることになり(矢印913参照)、端末500は相手端末600との通信を円滑に継続することが可能になる。なお、HA100(200)のCOAが更新された後は、HA100(200)において最新のCOA宛への受信パケットのカプセル化が行なわれて、HA100(200)から新しい接続先ルータ「R2」経由で端末500にパケットが到着することとなる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図65～図68により上述した階層化パケット通信システムでは、ハンドオーバ時間は短縮されるが、通常のパケット通信システムでは実現できていないルート最適化が、必ず現在使用中(位置登録を行なっている)MA900を経由しなければならないというルート上の制限が生じるために実現できなくなっている。換言すれば、階層化パケット通信システムにおいては、「ルート最適化」がMA900までしか行なわれないのである。このため、特定のMA900にパケットが集中して到着することになり、MA900の処理負荷も高くなってしまう。

【0022】また、階層化パケット通信システムにおいても、端末500がMA900をまたいで移動する場合には、ホーム網110のHAノード100に位置登録を行なう必要があるため、通常の(非階層化)パケット通信システムと同様に、ハンドオーバに時間がかかり、高速ハンドオーバには向かない。さらに、上述したハンドオーバ手法では、どの種類のパケットに対しても同じ動

作をする。一般に、パケットは、どのような上位アプリケーションデータを選ぶかによって、それぞれネットワークに対して要求する特性が異なる。例えば、音声パケットであれば、高品質を保つために遅延を少なく押さなければならないが、多少のパケットロスは許容できる。これに対し、データパケットの場合は、パケットロスが上位アプリケーションデータの再送処理を引き起こし通信品質に大きな影響を与えることになるが、転送遅延については多少生じていても許容できる。

【0023】このように、パケット種別（例えば、音声パケットやデータパケット等）によってネットワークに要求される条件が異なるにもかかわらず、これまでハンドオーバーの仕組みはネットワークで1つの手法が固定的に適用されることが一般的であり、条件の異なるハンドオーバーが同一ネットワークにおいて適用されることはなかった。その結果、音声向け、あるいは、データ通信向けのどちらかにチューニングしたハンドオーバー手法しか採用できないこととなり、双方の要求を柔軟に満たすことができなかった。

【0024】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、階層化パケット通信システムにおいて、ハンドオーバーの高速対応とパケット転送ルートに制限の無いルート最適化とを可能にすることを目的とする。また、本発明は、受信パケット種別に応じてハンドオーバー手法を変更できるようにして、受信パケット種別に最適なハンドオーバーを実現できるようにすることも目的とする。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の階層化パケット網におけるパケット転送方法（請求項1）は、移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット網において、(1)ゲートノードが、自己が管理する移動端末の現在位置情報をキャッシュ情報として上記移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてくるエッジノード（以下、通信中エッジノードという）に通知し、(2)その通信中エッジノードが、通知されたキャッシュ情報に基づき上記ゲートノードに代わって上記移動端末宛のパケットの在圏エッジノードに対するルーティングを実施することを特徴としている。

【0026】ここで、上記のエッジノードは、それぞれ、少なくとも自己を収容するゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）を含む報知情報を該移動端末に送信し、移動端末は、その報知情報に含まれるゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても網識別情報が変化していなければ、自己の

現在位置情報の登録先を、同じゲートノードに維持するようにしてもよい（請求項2）。

【0027】次に、本発明の階層化パケット通信システム（請求項3）は、移動端末、ゲートノード、エッジノードがそれぞれ下記の手段をそなえていることを特徴としている。

・移動端末

(1)在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を自己の現在位置情報として特定のゲートノードに通知して登録する現在位置登録手段

・ゲートノード

(2)上記の移動端末の現在位置登録手段によって通知される現在位置情報を管理する端末位置管理手段

(3)この端末位置管理手段で管理されている現在位置情報をキャッシュ情報として通信中エッジノードに通知するキャッシュ情報通知手段

・エッジノード

(4)上記のゲートノードのキャッシュ情報通知手段により通知されたキャッシュ情報を保持するキャッシュ手段

(5)このキャッシュ手段に保持されているキャッシュ情報に基づき上記のゲートノードに代わって移動端末宛のパケットの在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段

また、本発明の階層化パケット通信システムに使用されるゲートノード（請求項4）は、(1)移動端末からその現在位置情報として通知されてくる、在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を管理する端末位置管理手段と、(2)この端末位置管理手段で管理されている現在位置情報をキャッシュ情報として通信中エッジノードに通知するキャッシュ情報通知手段とをそなえていることを特徴としている。

【0028】さらに、本発明の階層化パケット通信システムに使用されるエッジノード（請求項5）は、(1)ゲートノードで管理されている、在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報をキャッシュ情報として受けて保持するキャッシュ手段と、(2)このキャッシュ手段に保持されているキャッシュ情報に基づき上記のゲートノードに代わって移動端末宛のパケットの在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段とをそなえていることを特徴としている。

【0029】また、本発明の階層化パケット通信システムに使用される移動端末（請求項6）は、(1)少なくとも在圏エッジノードを収容する特定のゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）を含む報知情報を、在圏エッジノードから受信する報知情報受信手段と、(2)この報知情報受信手段で受信された報知情報に含まれるゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても上記の網識別情報が変化していなければ、自己の現在位置情報の登録先を、同じゲートノード



ドに維持する現在位置登録手段とをそなえていることを特徴としている。

【0030】次に、本発明のパケット網におけるハンドオーバ方法（請求項7）は、特定のルーティングノード（以下、特定ノードという）において移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理しておき、その特定ノードが、移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、識別したパケット種別に応じて上記複数の端末位置情報のいずれかを選択し、選択した端末位置情報に基づいて受信パケットをルーティングすることを特徴としている。

【0031】ここで、上記の特定ノードは、上記複数の端末位置情報として、移動端末の現在の位置情報と、その移動端末の通信開始時の位置情報とを管理しておき、上述のごとく識別したパケット種別がパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、移動端末の現在の位置情報を選択する一方、識別したパケット種別がパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別であると、移動端末の通信開始時の位置情報を選択してもよい（請求項8）。

【0032】また、本発明のパケット網におけるハンドオーバ方法（請求項9）は、階層化パケット網において、ゲートノードが、自己が管理する移動端末の現在の位置情報をキャッシュ情報としてその移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしていくルーティングノード（以下、通信中ノードという）に通知し、その通信中ノードは、上記の移動端末の通信開始時の位置情報を管理しておき、その移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、識別したパケット種別がパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、ゲートノードから通知されたキャッシュ情報に基づきそのゲートノードに代わって受信パケットを在圏ノードへルーティングすることを特徴としている。

【0033】さらに、本発明のルーティングノード（請求項10）は、移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理する端末位置管理手段と、その移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別するパケット種別識別手段と、このパケット種別識別手段で識別したパケット種別に応じて上記の端末位置管理手段で管理されている複数の端末位置情報のいずれかを選択する選択手段と、この選択手段によって選択された端末位置情報に基づいて受信パケットをルーティングするルーティング手段とをそなえたことを特徴としている。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(A) 第1実施形態の説明

(A1) システム構成の概要説明

図1は本発明の第1実施形態としての階層化パケット通

信システムの構成を示すブロック図で、この図1に示す階層化パケット通信システムは、「MIPv6」に準拠したシステムであって、それぞれ異なるキャリア（ISP等の通信事業者）が提供するパケット網（キャリア網ともいう）1、2を有しており、キャリア網1（2）は、少なくとも1台のVHA（Virtual Home Agent）ノード10（20）と、キャリア網1（2）を構成するサブキャリア（サブパケット）網1a、1b（2a、2b）毎に少なくとも1台ずつ設けられたTHA（Temporary Home Agent）ノード11a、11b（21a、21b）と、階層化網1a、1b（2a、2b）を形成する複数のエッジノード（EN）12とをそなえて構成されている。なお、「キャリア網」とはいわゆる「ドメイン」として識別される。また、以下の説明において、本発明が適用されるキャリア網を「M3対応網」あるいは「M3v6（Multi-Media Mobile Network based on IPv6）ネットワーク」と称することがある。

【0035】ここで、VHAノード10（20）は、自キャリア網（ホーム網）1（2）内に存在する契約加入者の移動端末（MN：Mobile Node）3（以下、「ホーム端末3」もしくは単に「端末3」という場合がある）の現在位置情報（COA（VCOA、PCOA））を結合（バインディング）キャッシュ（Binding Cache）と呼ばれる情報の一部として管理するとともに、到着（受信）した端末3宛のパケットが示す宛先アドレス（DA）に対応する「COA」を本「キャッシュ」において検索し、該当「COA」でカプセル化して転送（ルーティング）するためのものである。

【0036】なお、上記の「VCOA」／「PCOA」は、後述するように、THAアドレス／ENアドレスのネットワークプレフィックス部分（上位64ビット）と端末3のインタフェースIDとを組み合わせたことにより作成される。従って、「VCOA」は該当THA11a、11b（21a、21b）まで到達できるアドレスを表し、「PCOA」は該当EN12まで到達できるアドレスを表していることになる。

【0037】また、上記の「キャッシュ」は、ホーム端末3からの位置登録により「MIPv6」ベースで作成・更新される〔「キャッシュ」の内容については、図4（A）により後述する〕。この位置登録は、ホーム端末3とホーム網1（2）のVHA10（20）との間で、後述するホーム位置登録メッセージ（パケット）及びホーム位置登録応答メッセージ（パケット）を送受することで実施される。

【0038】そして、本VHAノード10（20）（以下、単に「VHA10（20）」と表記する場合がある）は、本実施形態に特有の機能として、次のような機能も有している。

(1) EN12から「結合キャッシュ」（以下、「キャッシュ情報」又は、単に「キャッシュ」ともいう）の通

知要求〔キャッシュ要求 (Binding Request-M3) メッセージ (パケット) 〕を受けると、該当「キャッシュ情報」を要求元のEN12へキャッシュ通知メッセージ (パケット) により通知 (提供) する機能。

【0039】 (2) そのEN12のIPアドレス (ENアドレス; 識別情報) を「通信中ENアドレス」として「キャッシュ情報」とともに管理する機能。

(3) 上記の位置登録に応じて「キャッシュ」を更新する機能。

(4) 「キャッシュ」の更新に応じて通信中EN12に通知した「キャッシュ」を更新するための機能。なお、この機能は、通信中EN12との間で位置 (キャッシュ) 更新メッセージ (パケット) 及び位置 (キャッシュ) 更新応答メッセージ (パケット) の送受を実施することで実現される。

【0040】 次に、上記のTHAノード11a, 11b (21a, 21b) (以下、説明の便宜上、単に「THA11 (21)」) と表記することがある) は、それぞれ、自キャリア網1 (2) とは異なる他のキャリア網2 (1) をホーム網とする移動端末3 (これをローミング端末という) 3の現在位置情報 (COA (PCOA)) を、上記と同様のキャッシュ情報の一部として一時的に管理し、到着 (受信) した端末3宛のパケットが示す宛先アドレス (DA) に対応する「PCOA」を本「キャッシュ」において検索し、該当「PCOA」でカプセル化して転送 (ルーティング) する機能 (代理HA機能) を有するものである。

【0041】 なお、このTHA11 (21) における「キャッシュ」は、ローミング端末3からの位置登録 (「PCOA」の登録) により「MIPv6」ベースで逐次更新される。この位置登録は、ローミング端末3と、そのローミング端末3の現在位置から通信可能な最寄りのEN (これを在圏ENという) 12を収容するTHA11 (21) との間で、在圏位置登録メッセージ (パケット) 及び在圏位置登録応答メッセージ (パケット) を送受することで実施される。

【0042】 したがって、本THA11 (21) は、上述したVHA10 (20) と同様に、パケットが到着すると、自己が管理する「キャッシュ」を検索してその宛先情報が示す宛先端末 [ローミング端末] 3の「PCOA」を検索し、その「PCOA」で到着パケットをカプセル化して転送 (ルーティング) する機能を有するほか、次のような機能も有している。

【0043】 (1) EN12からのキャッシュ要求メッセージに対して「キャッシュ」をキャッシュ通知メッセージによりそのEN12へ通知 (提供) する機能。

(2) 「キャッシュ」を通知したEN12のIPアドレスを「通信中ENアドレス」として「キャッシュ」とともに管理する機能。

(3) 上記の位置登録に応じて「キャッシュ」を更新する

機能。

【0044】 (4) 「キャッシュ」の更新に応じて通信中EN12に通知した「キャッシュ」を更新するための機能。なお、この機能は、VHA10 (20) と同様に、通信中EN12との間で位置 (キャッシュ) 更新メッセージ及び位置 (キャッシュ) 更新応答メッセージの送受を実施することで実現される。次に、上記のEN12は、それぞれ、自己の通信エリアに存在する端末 (在圏端末; ホーム端末、ローミング端末の双方を含む) 3と無線通信することにより、上位のVHA10 (20) やTHA11 (21) からルーティングされてくる在圏端末3宛のパケットを最終的にその端末3に転送するラストホップルータとしての機能を有するもので、本実施形態では、次のような機能も有している。

【0045】 (1) VHA10 (20) 又はTHA11 (21) で管理されている「キャッシュ」の通知を受けて保持する機能。

(2) パケット到着時に、「キャッシュ」を検索し、キャッシュヒットすればその情報 (PCOA) で到着パケットのカプセル化を行なって転送する機能。

(3) 上記の検索によりキャッシュヒットしなかった場合に、VHA10 (20) 又はTHA11 (21) にキャッシュ要求メッセージ (パケット) を発行する機能。

【0046】 (4) 上記のキャッシュ要求メッセージに対する応答としてそのキャッシュ通知メッセージ (パケット) により「キャッシュ」の提供を受けたVHA10 (20) 又はTHA11 (21) のIPアドレス [VHA/THAアドレス (ゲートノード識別情報)] を「キャッシュ」とともに管理する機能 [図4 (B) により後述]。なお、このVHA/THAアドレスは、下記(8)に示すように、VHA10 (20) 又はTHA11 (21) で管理 (保持) されている「キャッシュ」 (通信中ENアドレス) の削除要求 [キャッシュ削除要求メッセージ (パケット)] 発行時の宛先として使用される。

【0047】 (5) 「キャッシュ情報」の中に含まれる「ライフタイム (Lifetime)」を処理 (一定周期毎にデクリメント) する機能 (タイマ処理)。なお、「ライフタイム」が「0」になると「キャッシュ情報」の有効期限が切れたことになる。

(6) 「キャッシュ情報」の有効期限が切れると、その「キャッシュ情報」を削除する機能。

【0048】 (7) パケット到着時に、「ライフタイム」を更新 (延長) する機能。この機能により、通信継続中に「キャッシュ情報」の有効期限が切れることはない (つまり、通信継続中は削除されずに維持される)。

(8) 通信終了時 (ライフタイム満了時) に、「キャッシュ情報」の転送元のVHA10 (20) 又はTHA11 (21) で保持されている前記「通信中ENアドレス」のキャッシュ削除要求メッセージを発行する機能。

【0049】 (9) ルータ広告 (RA: Router Advertise)

メッセージ（以下、単に「ルータ広告」という）を在圏端末3に向けて定期的に、あるいは、在圏端末3からの要求を受けたときに送信する機能。ただし、本実施形態の「ルータ広告」には、ENアドレスと、THAアドレスと、キャリア網1（2）のアドレス（M3ネットワークアドレス；網識別情報）が含まれる。THAアドレスは、「HMIPv6」におけるMAアドレスと同等の情報である。

【0050】なお、上記の「M3ネットワークアドレス」は、端末3が、現在位置するキャリア網がホーム網1（2）なのか、他のキャリア網2（1）（つまり、ローミング中）なのかを判別したり、その有無によって現在位置する網が「M3対応網」なのか、非「M3対応網」なのかを判別したりするために使用される。そして、端末3は、在圏EN12と通信してパケットの送受を行なえるモバイルIP端末で、本実施形態では、ホーム網1（2）内に位置するときには、VHA10（20）に対してホーム位置登録メッセージによりCOA（PCOA）を登録し、「M3対応網」である他網2（1）にローミングインするときには、ローミング先のTHA21a又は21b（11a又は11b）と、ホーム網1（2）のVHA10（20）との双方にCOAを登録するようになっている。

【0051】この場合、端末3は、THA21a又は2\*

メッセージの種類

送信方向	メッセージ
MN→VHA	ホーム位置登録(BU)
MN→VHA	ホーム位置登録応答(BA)
MN→THA	在圏位置登録(BU)
MN→THA	在圏位置登録応答(BA)
VHA/THA→EN	キャッシュ通知(BU)
	位置（キャッシュ）更新(BU)
	キャッシュ削除応答(BA)
VHA/THA→EN	キャッシュ要求(BR-M3)
	位置（キャッシュ）更新応答(BA)
	キャッシュ削除要求(BU)

【0055】以下、これらのメッセージの詳細について説明する。なお、以下では、これらのメッセージを「モバイルメッセージ」と総称する。これらの「モバイルメッセージ」は、「MIPv6」準拠の制御メッセージを拡張したもので、基本的には、いずれも、図7に示すような「MIPv6」に準拠したパケット（以下、「MIPv6」パケットともいう）のフォーマットを有している。

【0056】即ち、「MIPv6」パケットは、標準ヘッダ71、オプションヘッダ72及び認証ヘッダ73から成るIPヘッダ70とIPペイロード80とから成るが、「モバイルメッセージ」は、これらのうちIPペイロード80を除く部分で構成される。そして、上記のIPヘッダ70（特に、オプションヘッダ72）の設定内容に

\*1b（11a又は11b）には「PCOA」を登録し、VHA10（20）には「VCOA」を登録する。また、本端末3は、上記の「ルータ広告」に含まれるアドレス情報によってローミング先の網種別を識別することができるので、その網種別に応じて位置登録先を変えることができる。

【0052】即ち、例えば、「ルータ広告」にM3ネットワークアドレスが含まれずMAアドレスが含まれている場合はその網が通常の「HMIPv6」網であるので、ローミング先のMAに「PCOA」を、ホーム網1（2）のVHA10（20）に「VCOA」をそれぞれ登録する。また、「ルータ広告」にM3ネットワークもMAアドレスも含まれていない場合は、その網は通常の「MIPv6」網であるので、端末3は、VHA10（20）にのみ「VCOA」を登録する。つまり、本実施形態の端末3は、「MIPv6」3、「HMIPv6」3、「M3v6」のどのネットワークにも対応できるようになっているのである。

【0053】(A2)各種メッセージの詳細説明  
さて、次に、本実施形態のシステムにおいて使用される上記の各種メッセージについて整理すると、次表1に示すようになる。

【0054】

【表1】

よって上記の各メッセージ（パケット）が表示（識別）されるのである。

【0057】なお、標準ヘッダ71には、図8に示すように、「バージョン情報」（4ビット）、「トラフィッククラス」（8ビット）、「フローラベル」（20ビット）、「ペイロード長」（16ビット）、「ネクストヘッダ」（8ビット）、「ホップ制限数」（8ビット）、「送信元アドレス（SA：Source Address）」（128ビット）、「宛先アドレス（DA：Destination Address）」（128ビット）が格納される各フィールド711～718が用意されている。

【0058】以下、上記の各モバイルメッセージのパケットフォーマットについて説明する。

## (1) ホーム位置登録/位置登録応答メッセージ

図9にホーム位置登録メッセージのパケットフォーマット(ただし、IPヘッダ70に相当する部分)を示す。

この図9から分かるように、ホーム端末3のホーム網1

(2)への位置登録[VHA10(20)に対する位置登録]には、「MIPv6」のオプションヘッダ72の宛先

オプションとして定義されている結合更新(Binding Up\*

## Binding Update Option(位置登録)パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	パラメータ値	備考
Option Type	8	198=0xC6	
Option Length	8	8+Sub-Options 長	
Acknowledge(A)	1	1(Binding Acknowledgement要求あり)	
Home Registration (H)	1	MN→VHA:1	
Router (R)	1	M3v6ではホームリンクは仮想的リンクであるため、VHAでは未使用(通常0)。M3v6以外のローミング端末については、ホーム網に従う。	
Duplicate Address Detection (D)	1	M3v6ではホームリンクは仮想的リンクであるため、VHAでは未使用(通常0)。M3v6以外のローミング端末については、ホーム網に従う。	
Reserved	4	未使用(0)。	
Prefix Length	8	VHAの仮想サブネットのPrefix長。M3v6ではホームリンクは仮想的リンクであるため、VHAでは未使用(通常0)。M3v6以外のローミング端末については、ホーム網に従う。	
Sequence Number	16	基本的にBinding Updateの度にシーケンス番号+1して使用する。	
Lifetime	32	Binding Cacheの生存時間、単位秒。	
Sub-Options		Mobile IPv6で定義されているSub-Option ・Unique Identifier Sub-Option ・Alternate Care of Address Sub-Option は使用しない。	

【0060】

※30※【表3】

## Home Address Option パラメータ

オプション(メッセージ)名	Bit(s)	概要	備考
Option Type	8	201=0xC9	
Option Length	8	167+Sub-Options 長	
Home Address	128	パケットを送信するMNのネットワークアドレス(ホームアドレス)	
Sub-Options		定義なし	

【0061】そして、図9に示すように、ホーム位置登録メッセージの場合は、SAフィールド717に端末3のCOA(MN-COA)が格納され、DAフィールド718にVHA10(20)のアドレス(VHAアドレス)が格納される。これにより、VHA10(20)にホーム位置登録メッセージが到着し、「SAフィールド」に格納されているCOAが「キャッシュ情報」に登録されて端末3の位置登録(更新)が行なわれることになる。なお、本メッセージが「結合更新メッセージ」であることは、オプションタイプ(Option Type)フィールド723に

\*date) オプション及びホームアドレス(Home Address)

オプションを使用する。次表2に結合更新オプション(位置登録)パラメータを、次表3にホームアドレスオプションパラメータをそれぞれ示す。

【0059】

【表2】

表示(ここでは、「198」)される。

【0062】これに対し、上記のホーム位置登録メッセージを受けたVHA10(20)から端末3へのホーム位置登録応答には、図10に示すパケットフォーマットを用いる。即ち、ホーム位置登録応答には、「MIPv6」の宛先オプションとして定義されている結合応答(Binding Acknowledgement)オプションを使用する。次表4にこの場合の結合応答オプションパラメータを示す。

【0063】

【表4】

Binding Acknowledgement Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option type	8	7	
Option Length	8	11	
Prefix Length	8	以下のコーディング値を返送 - 0: Binding Update accepted -128: Reason unspecified(理由未定義) -130: Administratively prohibited(管理範囲外) -131: Insufficient resources(リソース不足) -132: Home registration not supported (ホーム登録 提供なし) -133: Not home subnet(ホームサブネットなし) -138: Incorrect interface identifier length (インタフェースID 長が間違っている) -137: Not home agent for this mobile node (MNに対するHAが存在しない) -138: Duplicate Address Detection failed (重複アドレス検出失敗) Status フィールド最新値は"Assigned Numbers"(RFC1700)に明記されている。	
Sequence Number	16	対応するBinding Updateに含まれているシーケンスフィールドをコピーして返送する。	
Lifetime	32	単位: 秒, システム設定値。	
Refresh	32	MNのBinding Update送信推奨間隔(単位: 秒) システム設定値。	
Sub-Options		未定義。	

【0064】そして、図10に示すように、ホーム位置登録応答メッセージの場合は、SAフィールド717に発信ノード【この場合はVHA10(20)】のアドレスが格納され、DAフィールド718にMN-COA【受信パケット(つまり、上記のホーム位置登録メッセージ)のSA】が格納されることにより、VHA10(20)位置登録を行なった端末3宛に本メッセージが発行(返信)されて、位置登録完了の旨が通知されることになる。

\* 【0065】なお、ホーム位置登録メッセージを受けたVHA11(21)が位置登録応答メッセージを発行すべきか否かは結合更新オプションのA(Acknowledgement)ビットフィールド727に表示される(表2に示すように、“1”で要を表す)。また、図9及び図10において、IPヘッダ長やヘッダ拡張長等のLengthフィールドの取り扱いは、次表5のとおりである。

30 【0066】

\* 【表5】  
Length フィールドの取り扱い

項	項目	概要	単位
1	IPヘッダのPayload Length	IPヘッダを除く全てのペイロード長	1オクテット
2	ルーティングヘッダのHdr Ext Len	先頭の8オクテットを含まないルーティングヘッダの長さ	8オクテット
3	宛先オプションヘッダのHdr Ext Len	先頭の8オクテットを含まない宛先オプションヘッダの長さ	8オクテット
4	各オプション(Binding Update option, Source Link-layer Address optionなどの)Option Length	Option Type, Option length フィールドを除いたoptionの長さ。サブオプション全体(含Sub-Option Type, Sub-Option Lengthフィールド)も含む	1オクテット
5	各サブオプション(Unique Identifier Sub-Option, Alternate Care of Address Sub-optionなどの)Option Length	Option Type, Option length フィールドを除いたoptionの長さ	1オクテット
6	認証ヘッダのHdr Ext Len	先頭の8オクテットを含まない認証ヘッダの長さ	4オクテット

【0067】(2) 在圏位置登録/位置登録応答メッセージ

次に、在圏網1a, 1b(2a, 2b)への位置登録【THA11(21)に対する位置登録】には、図11に示すパケットフォーマットを使用する。即ち、「HMIP

v6」の宛先オプション72として定義されている結合更新(Binding Update)オプションと同等の登録オプション(Registration)及びホームアドレスオプション(表3参照)を使用する。次表6に登録オプションパラメータを示し、次表7, 8にそれぞれ表6中に示す前MAア

ドレスサブオプション (previous mobility agent address \* n) パラメータを示す。

ess sub-option) パラメータ、ホームエージェントアド 【0068】

レスサブオプション (home agent address Sub-Option \* 【表6】

Registration Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option Type	8	9	
Option Length	8	オプションの長さ。87プラス Sub-Option長	
Flag	8	uMIPv6 registration mode	
Malen	8	セリティネットワークのアレックスの長さ	
seq number	16	Binding Update Option参照	
Lifetime	32	Binding Update Option参照	
Sub-Options		Registration Optionに関する付加情報で以下のSub-Optionが定義されている。 ・previous mobility agent address Sub-Option ・Home Agent Address Sub-Option	

【0069】

※ ※ 【表7】

previous mobility agent address Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option type	8	サブオプションタイプ 102=0x66	
Option Length	8	サブオプションの長さ。18=0x12	
Padding	16		
Previous MA Address	128	前MAのアドレス	

【0070】

★ ★ 【表8】

home agent address Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit	概要	備考
Option type	8	サブオプションタイプ 103=0x67	
Option Length	8	サブオプションの長さ。18=0x12	
Padding	16		
HA address	128	HAのアドレス	

【0071】そして、図11に示すように、本在圏位置登録 (Registration) メッセージの場合も、基本的に、上述したホーム位置登録メッセージと同様に、SAフィールド717に端末3のCOA (MN-COA) が格納され、DAフィールド718にTHA11 (21) のアドレス (THAアドレス) が格納されることにより、THA11 (21) に本在圏位置登録メッセージが到着し、SAフィールド717に格納されているCOAがTHA11 (21) の「キャッシュ情報」に登録されて端末3の位置登録 (更新) が行なわれることになる。

【0072】なお、本メッセージが「Registration」メッセージであることは、オプションタイプフィールド723に表示 (ここでは、「9」) される。また、前MAアドレスサブオプションの前MAアドレスフィールド721には、端末3が移動する前に位置登録を行っていたTHA11 (21) のアドレスが格納され、THA11 (21) は、この前MAアドレスフィールド721に設定されているアドレスを参照することで、在圏端末3がどのTHA11 (21) の在圏ゾーンから移動してきたかを認識できることになる。

【0073】なお、図11においても、IPヘッダ長やヘッダ拡張長等のLengthフィールドの取り扱い、前記の表5のとおりである。これに対し、THA11 (21) から端末3への位置登録応答には、前記の結合応答オプション (表4参照) を使用する。つまり、図10に示すものと同様のパケットフォーマットを使用する。そして、SAフィールド717に発信ノード [この場合は、THA11 (21)] のアドレスが格納され、DAフィールド718にMN-COA (受信パケットのSAフィールド717に設定されていたアドレス) が格納されることにより、THA11 (21) に対して位置登録を行なった端末3宛に本メッセージが発行 (返信) されて、位置登録完了の旨が通知されることになる。

【0074】(3) 位置 (キャッシュ) 更新/応答メッセージ

次に、VHA10 (20) 又はTHA11 (21) からEN12への位置更新 (キャッシュ更新) には、図12に示すパケットフォーマット (IPヘッダ70に相当する部分) を使用する。即ち、結合更新オプション及びホームアドレスオプション (前記の表3参照) を使用する

る。ただし、更新対象の端末3のCOAは、結合更新オプションの代替COAサブオプション (Alternate Care of Address Sub-Option) によって通知する。次表9に結合更新オプション (位置更新) パラメータ例を、次表10\*

\*に代替COAサブオプションパラメータ例を示す。

【0075】

【表9】

Binding Update Option(位置更新)パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	パラメータ値	備考
Option Type	8	198=0xC6	
Option Length	8	8+Sub-Options 長	
Acknowledge(A)	1	1(Binding Acknowledgement要求あり)	
Home Registration (H)	1	VHA→EN:0	
Router (R)	1	0	
Duplicate Address Detection (D)	1	0	
Reserved	4	未使用(0)。	
Prefix Length	8	VHA→EN:0	
Sequence Number	16	基本的にBinding Updateの度にシーケンス番号を+1して使用する。	
Lifetime	32	Binding Cacheの生存時間。単位秒。	
Sub-Options		Mobile IPv6で定義されているSub-Option ・Unique Identifier Sub-Option(未使用) ・Alternate Care of Address Sub-Option	

【0076】

※ ※ 【表10】

Alternate Care of Address Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option type	8	4	
Option Length	16	Option Type、Option Length フィールドを除いたoptionの長さ。	
Alternate Care of Address	128	Source Address以外のアドレスをCare of Address とするとき使用する。MNのCOAを設定する。	

【0077】なお、本位置更新メッセージは、上述した 30 端末3からVHA10(20)又はTHA11(21)への位置登録によりVHA10(20)又はTHA11(21)の「キャッシュ情報」が更新されることに伴って通信中のEN12にその更新を反映させる必要があるときに発行されるメッセージである。このため、図12に示すように、本位置更新メッセージの場合は、SAフィールド717にVHA10(20)又はTHA11(21)のアドレスが格納されるとともに、DAフィールド718にEN12のアドレス(通信中ENアドレス)が格納され、且つ、代替COAフィールド722に位置更新対象の端末3のCOA(MN-COA)が格納される。

【0078】これにより、「キャッシュ情報」の更新が必要な通信中EN12に更新情報(MN-COA)が提供されて、通信中EN12の「キャッシュ情報」が更新され、通信中EN12は、端末3に対するバケッルーティンクを正常に継続することが可能になる。なお、本メッセージが「位置更新メッセージ」であることは、代替COAフィールド722の有無によって識別できる。

【0079】一方、通信中EN12は、上記の位置更新メッセージに対する応答(位置更新応答メッセージ)を

30 発行元のVHA10(20)又はTHA11(21)に返信するが、このときの位置更新応答には、図13に示すパケットフォーマット(IPヘッダ70に相当する部分)を使用する。即ち、本メッセージの場合も、結合応答オプション(パラメータについては前記の表4参照)を使用する。

【0080】そして、この図13に示すように、本位置更新応答メッセージの場合は、SAフィールド717に発信ノード(EN12)のアドレスが格納され、DAフィールド718に上記の受信パケット(位置更新メッセージ)のSAフィールド717に設定されていたアドレス〔つまり、位置更新メッセージの発信元のVHA10(20)又はTHA11(21)のアドレス〕が格納されることにより、そのVHA10(20)又はTHA11(21)宛に本メッセージが発行(返信)されて、位置更新完了の旨が通知されることになる。

【0081】なお、この場合も、本位置更新メッセージを受けたEN12がそれに対する応答メッセージを発行すべきか否かは結合更新オプションのA(Acknowledgement)ビット(表2参照)に表示される(“1”で要を表す)。また、図12及び図13においても、IPヘッ

ダ長やヘッダ拡張等のLengthフィールドの取り扱いは、前記の表5に準ずる。

【0082】(4) キャッシュ要求/通知メッセージ次に、EN12からVHA10(20)又はTHA11(21)へのキャッシュ要求(後述するキャッシュ検索によりキャッシュヒットしなかった場合に発行される)には、また、図14に示すパケットフォーマット(IPヘッダ70に相当する部分)を使用する。即ち、「MIPv6」の宛先オプションとして新規に定義した結合要求(Binding Reauest for M3(BR-M3))オプションを使用する。

【0083】なお、このキャッシュ要求は、EN12がVHA10(20)又はTHA11(21)のアドレスを既知である場合には、VHA10(20)又はTHA11(21)をDAとして本メッセージを発行する。このとき、どのアドレスに対する「キャッシュ」を要求し\*

\*ているかを示すためにホームアドレスオプションを使用する。

【0084】また、別の例として、DAに「キャッシュ」を要求したいアドレスを直接指定する方法もある。この場合、「キャッシュ」をもっているエージェント[VHA10(20)/THA11(21)]は、BR-M3メッセージであることを宛先オプションから判断し、DAから「キャッシュ」を要求するアドレスを知りように定義することも可能である。

【0085】次表11にBR-M3オプションパラメータ例を、次表12に表11中に示す固有IDサブオプション(Unique Identifier Sub-Option)パラメータ例を、次表13にホームアドレスオプション(キャッシュ要求)パラメータ例をそれぞれ示す。

【0086】

【表11】

Binding Request for M3(BR-M3)Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	用途	備考
Option Type	2	16-0x10	
Option Length	2	Option Type, Option Length フィールドを除いたoptionの長さ。07ラズSub-Options長(Sub-Option Type, Sub-Option Length フィールドも含む)	
Sub-Options	16	Binding Request optionに関する付加情報。 - Unique Identifier Sub-Option - Alternate Care of Address Sub-Option	

【0087】

※ ※ 【表12】

Unique Identifier Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option Type	2	2	
Option Length	2	Option Type, Option Length フィールドを除いたoptionの長さ。	
Unique Identifier	16	Binding RequestをうけてBinding Updateを送出する際に、これら2つのオプションの対応をとるために使用する。	

【0088】

★ ★ 【表13】

Home Address Option(キャッシュ要求) パラメータ

パラメータ名	Bit	概要	備考
Option type	8	201=0xC9	
Option Length	8	167ラズSub-Options 長	
Home Address	128	ENがエージェントのアドレスを既知で、エージェントに対し(エージェント以外の)ノードに関するキャッシュ要求するときに、キャッシュ対象ノードのアドレスを収容する。	
Sub-Options		定義なし	

【0089】そして、図14に示すように、本キャッシュ要求メッセージの場合は、BR-M3オプションのオプションタイプフィールド723に、本メッセージがBR-M3メッセージであることを表す値(例えば、「16」)が格納され、SAフィールド717にEN12のアドレスが格納され、DAフィールド718にキャッシュを知りたい端末3のアドレス、又は、その端末3に対応するエ

ージェント[VHA10(20)又はTHA11(21)]のアドレスが格納される。また、DAフィールド718に後者のアドレスを格納する場合には、ホームアドレスフィールド724に、キャッシュを要求したいノードのホームアドレスが格納される。

【0090】これに対し、EN12へのキャッシュ通知には、図15に示すパケットフォーマットを使用する。



即ち、結合更新オプション及びホームアドレスオプションを使用する。次表14に、この場合の結合更新 (Binding Update) オプションパラメータ例を、次表15及び次表16に表14中に示す固有IDサブオプション (Unique Identifier Sub-Option) パラメータ例及び代替COAサブオプション (Alternate Care of Address Sub-Opt\*)

\*ion) パラメータ例を示す。なお、代替COAサブオプションは、キャッシュエントリを特定するために使用される。また、ホームアドレスオプションパラメータは前記の表3と同様である。

【0091】

【表14】

Binding Update Option(キャッシュ通知)パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	パラメータ値	備考
Option Type	8	198=0xC6	
Option Length	8	8+Sub-Options 長	
Acknowledge(A)	1	1(Binding Acknowledgement要求あり)	
Home Registration (H)	1	EN→VHA:1	
Router (R)	1	M3v6ではホームリンクは仮想的リンクであるため、当ビットは通常0	
Duplicate Address Detection (D)	1	0	
Reserved	4	未使用(0)。	
Prefix Length	8	EN→VHA: VHAの仮想サブネットのprefix長	
Sequence Number	16	基本的にBinding Updateの度にシーケンス番号を+1して使用する。	
Lifetime	32	Binding Cacheの生存時間。単位秒。	
Sub-Options		Mobile IPv6で定義されているSub-Option ・Unique Identifier Sub-Option(未使用) ・Alternate Care of Address Sub-Option	

【0092】

※ ※ 【表15】

Unique Identifier Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option Type	2	2	
Option Length	2	Option Type, Option Length フィールドを除いたoptionの長さ。	
Unique Identifier	16	Binding RequestをうけてBinding Updateを送出する際に、これら2つのオプションの対応をとるために使用する。	

【0093】

★ ★ 【表16】

Alternate Care of Address Sub-Option パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	概要	備考
Option Type	8	4	
Option Length	16	Option Type, Option Length フィールドを除いたoptionの長さ。	
Alternate Care of Address	128	Binding Updateのとき、そのパケットのSource Address以外のアドレスをCare of Addressとするとときに使用する。	

【0094】そして、図15に示すように、キャッシュ通知の場合は、SAフィールド717に上記のキャッシュ要求を受けたVHA10(20)又はTHA11(21)のアドレスが格納され、DAフィールド718にキャッシュ通知対象の通信中EN12のアドレスが格納される。また、代替COAサブオプションの代替COAフィールド722には端末3のCOAが格納される。

【0095】これにより、本キャッシュ通知は、目的の通信中EN12に到着し、そのEN12では、代替COA

に格納されている端末3のCOAを自己のキャッシュとして保持することになる。なお、本メッセージが、「キャッシュ通知メッセージ」であることは、結合更新オプションにより識別でき、代替COAサブオプションを使用していれば (オプションタイプフィールド723aが代替COAの存在を表示していれば)、SA以外をCOAとして使うことが分かる。従って、「キャッシュ」を作る際、検索キーについてはホームアドレスオプションフィールド724に設定された値を用い、COAについては代替COAフ

イールド 722 に設定された値 (MN-COA) を用いることに  
なる。

【0096】(5) キャッシュ削除要求/応答メッセージ

次に、EN12 から VHA10 (20) 又は THA11  
(21) へのキャッシュ削除要求には、図 16 に示すパ

ケットフォーマットを使用する。即ち、前記の結合更新\*

Binding Update Option (キャッシュ削除要求) パラメータ

パラメータ名	Bit(s)	パラメータ値	備考
Option Type	8	198=0xC6	
Option Length	8	8+Sub-Options 長	
Acknowledge(A)	1	1(Binding Acknowledgement 要求あり)	
Home Registration (H)	1	EN→VHA : 1	
Router (R)	1	M3v6 ではホームリンクは仮想的リンクであるため、当ビットは通常 0	
Duplicate Address Detection (D)	1	0	
Reserved	4	0x01	新規定義
Prefix Length	8	EN→VHA : VHA の仮想サブネットの prefix 長	d.c.
Sequence Number	16	基本的に Binding Update の度にシーケンス番号を +1 して使用する。	
Lifetime	32	0(Binding Cache の生存時間、単位秒)	
Sub-Options		Mobile IPv6 で定義されている Sub-Option ・Unique Identifier Sub-Option (未使用) ・Alternate Care of Address Sub-Option (未使用)	

【0098】そして、図 16 に示すように、本キャッシュ削除要求メッセージの場合は、SA フィールド 717 に EN12 のアドレスが格納され、DA フィールド 718 に VHA10 (20) 又は THA11 (21) のアドレスが格納される。また、ホームアドレスフィールド 724 に、EN12 においてキャッシュを削除した端末 3 のホームアドレス (VHA10 (20) 又は THA11 (21) での削除対象キャッシュを特定する検索キーとして用いられる) が格納される。

【0099】なお、本メッセージが「キャッシュ削除要求メッセージ」であることは、上記の表 17 及びこの図 16 に示すように、リザーブ (reserved) ビットフィールド 728 に「1(0x01)」、ライフタイム (Lifetime) フィールド 729 に「0」が設定されることによって表示される。これにより、通信中 EN12 が非通信中となり、該当キャッシュが削除されることに伴って、その削除したキャッシュの通知元である VHA10 (20) 又は THA11 (21) に対して本キャッシュ削除要求メッセージが発行され、その VHA10 (20) 又は THA11 (21) において、もはや保持しておく必要の無い情報が適切に削除されることになる。

【0100】なお、本キャッシュ削除要求メッセージを受けた VHA10 (20) 又は THA11 (21) は、キャッシュ削除要求応答メッセージを EN12 に対して返信するが、このキャッシュ削除要求応答メッセージには、前記の結合応答オプション (パラメータについては

\* オプションを使用する。また、キャッシュ削除対象の端末 3 のアドレスを通知するためにホームアドレスオプション (そのパラメータについては前記の表 3 参照) を使用する。次表 17 にこの場合の結合更新オプション (キャッシュ削除要求) パラメータ例を示す。

【0097】

【表 17】

前記の表 4 参照) を使用する。即ち、本メッセージには、図 10 に示すものと同様のパケットフォーマットを使用する。

【0101】そして、SA フィールド 717 に受信パケット (キャッシュ削除要求メッセージ) の DA フィールド 718 に設定されていたアドレス [つまり、VHA10 (20) 又は THA11 (21) のアドレス] が格納され、DA フィールド 718 に受信パケットの SA フィールド 717 に設定されていたアドレス (つまり、キャッシュ削除要求を発行した通信中 EN12 のアドレス) が格納されることにより、通信中 EN12 に対してキャッシュ削除を行なった旨が返信されて通知されることになる。

【0102】(A3) システムの構成要素の詳細説明  
次に、以下では、上記の VHA10 (20)、THA11 (21)、EN12 及び端末 (MN) 3 を実現するためのそれぞれの構成について詳述する。なお、以下では、説明の便宜上、VHA10 (20)、THA11 (21)、EN12 及び MN3 は、それぞれ、単に VHA、THA、EN、MN と符号を略して表記する場合がある。また、これらを特に区別しない場合には、単に「ノード」と総称する場合もある。

【0103】(A3.1) VHA、THA、EN の詳細説明  
図 2 は上記の VHA10 (20)、THA11 (21) 及び EN12 の要部の詳細構成を示すブロック図で、この図 2 に示すように、本実施形態において、VHA10

(20)、THA11(21)及びEN12は、それぞれ、共通の構成を有しており、例えば、入力処理部41、パケット種別識別部42、バインディングキャッシュ検索部43、結合(バインディング)キャッシュ(Binding Cache)テーブル44、カプセル化処理部45、ルーティング処理部46(ルーティングテーブル46a、出方路決定部46b)、出力処理部48、タイマ処理部49及び制御メッセージ処理部50をそなえて構成されている。なお、この図2において、符号431はトラフィック種別識別部を表し、符号434はブリッジ部を表すが、これらの各部の機能についてはそれぞれ第2実施形態にて後述する。

【0104】ここで、入力処理部41は、到着(受信)パケットのIPレイヤ以下の処理を行なうためのもので、例えば、イーサネット(登録商標)であれば自ノード宛のMAC(Media Access Control)アドレスが付与されたパケットを取り込んで、そのパケットのフレーム自体の正常性をチェックする処理を行なう機能を装備するものである。

【0105】また、パケット種別識別部42は、この入力処理部41で受信された正常なパケットの種別[主に、制御メッセージ、マルチキャストパケット、これら以外のパケット等]を、そのヘッダ部分(具体的には、DAフィールド718)を参照して識別するためのもので、ここでは、上述した各種制御メッセージやマルチキャストパケットは制御メッセージ処理部50へ、それ以外のパケットはバインディングキャッシュ検索部43へそれぞれ引き渡されるようになっている。

【0106】次に、図2に示す結合キャッシュテーブル(以下、単に「キャッシュテーブル」ともいう)44は、基本的に、「MIPv6」ベースで作成される「キャッシュ」を端末3のホームアドレス(MNホームアドレス)別にテーブル形式のデータとして保持するもので、例えば、RAMやレジスタ等の所要の記憶デバイスによって構成される。ただし、このキャッシュテーブル44は、VHA/THAにおけるものと、ENにおけるものとで保持内容が若干異なる。

【0107】即ち、VHA/THAのキャッシュテーブル44には、例えば図4(A)に示すように、“COA”(128ビット)、“Lifetime”(32ビット)、“Home registration flag”(1ビット)、“router flag”(1ビット)、“prefix length”(7ビット)、“Sequence Number”(16ビット)、“Recent Usage Information”(1ビット)、“last BR time”(128ビット)等のキャッシュデータ61aとともに、ここでは、複数(本例では、最大16台分)の「通信中ENアドレス」(128ビット×16)データ(拡張データ)61bが保持される。

【0108】これは、1台の端末3に対して、複数(最大16台)のENへ「キャッシュ」をコピーできることを意味する。つまり、VHA/THAに代わってルーテ

ィングを行なえるENを複数台設定することができ、VHA/THAの処理負荷をENに分散して大幅に削減することができることを意味する。さて、これに対し、EN12のキャッシュテーブル44には、図4(B)に示すように、VHA又はTHAから通知される上記のキャッシュデータ61aとともに、「VHA/THAアドレス」(128ビット)データ(拡張データ)62bが保持される。なお、後述するように、上記のキャッシュテーブル44は、モバイルメッセージ処理部52によって作成(登録)され、そのエントリのうち“Lifetime”の更新(減算)がタイマ処理部49によって行なわれるようになっている。

【0109】つまり、VHA/THAにおけるキャッシュテーブル44、タイマ処理部49及びモバイルメッセージ処理部52から成る部分は、端末3(後述する現在位置登録手段)によって通知され登録されるCOA(現在位置情報)を管理する端末位置管理手段としての機能を果たしていることになり、VHA/THAのキャッシュテーブル44は、通信中EN12のENアドレス(識別情報)を保持するノード識別情報保持手段としての機能も果たすことになる。

【0110】これに対し、EN側のキャッシュテーブル44は、後述するキャッシュ情報通知手段としての機能するVHA/THA/他ENの結合更新メッセージ作成部524(図3にて後述)によって作成・発行されるキャッシュ通知メッセージにより通知される「キャッシュ」を保持するキャッシュ手段としての機能を果たすことになる。

【0111】そして、バインディングキャッシュ検索部(以下、単に「キャッシュ検索部」ともいう)43は、入力パケットのIPヘッダ710に含まれるMN3のホームアドレス(128ビット)を検索キーとして、上記のキャッシュテーブル44(データ61a又は62a)を検索して現在のMN3の位置情報(COA)等を取得するためのものである。

【0112】また、カプセル化処理部45は、このキャッシュ検索部43のキャッシュ検索により得られたCOA等の情報に基づいて受信パケットをカプセル化するものであり、ルーティング処理部46において、出方路決定部46bは、カプセル化されたパケット(これをトンネルパケットという)に付加されたCOAを検索キーとしてルーティングテーブル46aに保持されているルーティング情報を検索して、そのCOAに応じた出方路(出力インタフェース)や下位レイヤでの宛先アドレス等を決定するものである。

【0113】つまり、このルーティング処理部46は、ENにおいては、キャッシュ手段としての上記キャッシュテーブル44に保持されているキャッシュ情報(以下、キャッシュエントリともいう)に基づきVHA/THA(ゲートノード)に代わって端末3宛のパケットの在圏EN

10

20

30

40

50

へのルーティングを実施するルーティング手段として機能するのである。

【0114】さらに、出力処理部48は、決定した出力ポートへ受信バケットを出力して次ホップ先へ転送するもので、例えば、イーサネットの場合にはイーサネットフレームに必要なフレームチェックシグネチャを付けて、バケット(フレーム)送出を行なうようになってい。これにより、受信バケットはVHA10(20)から所望のTHA11(21) (「VCOA」の場合)まで、あるいは、THA11(21)から所望のEN12(20)まで(「PCOA」の場合)正しく転送されることになる。

【0115】さらに、タイマ処理部49は、上述したキャッシュテーブル44における「キャッシュ」のうちデータ61aに含まれる「Lifetime」を前述したように更新する機能、即ち、入力処理部41でバケットが受信されない間は「Lifetime」をデクリメントし、バケットが受信されている間は「Lifetime」が切れない(「0」にならない)ように更新する機能を有するとともに、「Lifetime」が切れたときに、該当「キャッシュ情報」を削除する機能を有するものである。

【0116】次に、制御メッセージ処理部50は、バケット種別識別部42で制御メッセージであると識別されて入力される制御メッセージに応じた処理を実施するための、本実施形態では、例えば図2中に示すように、メッセージ種別判定部51、モバイルメッセージ処理部52、ルーティングメッセージ処理部53及びルータ広告(RA: Router Advertise)メッセージ処理部54をそなえて構成されている。ただし、このルータ広告メッセージ処理部54は、EN12に固有の機能で、VHA10(20)やTHA11(21)には実装されていないのもよい。

【0117】ここで、上記のメッセージ種別判定部51は、受信制御メッセージの種別を判定(識別)するためのもので、ここでは、上述したモバイルメッセージとそれ以外のルーティングメッセージとを判別して、モバイルメッセージについてはモバイルメッセージ処理部52へ、ルーティングメッセージについてはルーティングメッセージ処理部53へ振り分けられるようになってい。

【0118】また、モバイルメッセージ処理部52は、受信したモバイルメッセージの種別を判定してその種別に応じた処理を実施するための、本実施形態では、そのメッセージ種別として、前述したように、主に、①結合更新(Binding Update)オプションを使用した結合更新メッセージ(ホーム/在園位置登録メッセージ、キャッシュ更新メッセージ、キャッシュ削除要求メッセージ)、②結合応答(Binding Ack)オプションを使用した結合応答メッセージ(ホーム/在園位置登録応答メッセージ、キャッシュ通知メッセージ、キャッシュ削除応答メッセージ、キャッシュ更新応答メッセー

ジ)、③結合要求(Binding Request-M3)メッセージがある。

【0119】このため、本モバイルメッセージ処理部52は、例えば図3に示すように、結合更新(Binding Update)メッセージ処理部52C、結合応答(Binding Acknowledge)メッセージ処理部52D及び結合要求(Binding Request-M3)メッセージ処理部52Eを有して構成されている。ここで、上記の結合更新メッセージ処理部52Cは、上記のメッセージ種別判定部51から入力される結合更新メッセージに応じた処理を行なうためのもので、本実施形態では、例えば、結合更新(Binding Update)メッセージ解析部522、結合更新(Binding Acknowledge)メッセージ作成部523、結合更新(Binding Update)メッセージ作成部524をそなえている。ただし、結合更新メッセージ作成部524の機能は、VHA10(20)又はTHA11(21)にのみ実装され、EN12には無い。

【0120】ここで、上記の結合キャッシュテーブルアクセス部521(以下、単に「テーブルアクセス部521」と表記する)は、上述したキャッシュテーブル44に対してMNホームアドレスを検索キーとしてアクセスしその保持内容(キャッシュ)を更新・削除することができるものであり、結合更新メッセージ解析部522は、メッセージ種別判定部51から入力される結合更新メッセージの内容を解析するためのものである。

【0121】そして、VHA/THAの場合は、この結合更新メッセージ解析部522での解析結果により、受信した結合更新メッセージが端末3からのホーム/在園位置登録メッセージであれば、テーブルアクセス部521によって、そのメッセージによって通知されるCOAが、同じメッセージに設定されているMNホームアドレスで特定されるキャッシュテーブル44の記憶領域(メモリアドレス)に書き込まれて位置登録が行われ、それに伴って、結合更新メッセージ作成部524によって、通信中EN12に対するキャッシュ更新メッセージが作成・発行されることになる。

【0122】つまり、この結合更新メッセージ作成部524は、端末3の移動に伴って現在位置通知手段として機能する位置登録メッセージ作成部343(図6にて後述)により端末3から新たに通知されてくる現在位置情報(COA)に基づいて、通信中EN12の「キャッシュ」を更新するキャッシュ情報更新手段としての機能を果たすのである。これにより、通信中EN12のルータ処理部46は、更新後の「キャッシュ」に基づいて端末3宛のバケットをTHA/VHAに代わって新たな移動先(在園EN12)へ正しくルーティングすることが可能となる。

【0123】また、受信した結合更新メッセージが通信中EN12からのキャッシュ削除要求メッセージであれ

ば、テーブルアクセス部 5 2 1 によって、そのメッセージに設定されている MN ホームアドレスを検索キーとして、該当「キャッシュ」（「通信中 EN アドレス」データ 6 1 b）が削除されるとともに、結合応答メッセージ作成部 5 2 3 によって、上記通信中 EN 1 2 宛のキャッシュ削除応答メッセージが作成・発行されることになる。

【0124】つまり、テーブルアクセス部 5 2 1 は、EN 1 2 の結合更新メッセージ作成部 5 2 7 によって作成・発行されたキャッシュ削除要求メッセージを受ける  
10 と、自ノード（VHA/THA）のキャッシュテーブル 4 4 に保持している「通信中 EN アドレス」データ 6 2 b を削除するノード識別情報削除手段としての機能を果たすのである。

【0125】これに対し、EN 1 2 の場合は、上記の結合更新メッセージ解析部 5 2 2 での解析結果により、受信した結合更新メッセージが VHA 1 0（20）又は THA 1 1（21）からのキャッシュ更新メッセージであれば、テーブルアクセス部 5 2 1 によって、そのメッセージによって通知される COA が、同じメッセージに設定  
20 されている MN ホームアドレスで特定されるキャッシュテーブル 4 4 の記憶領域に書き込まれて、VHA/THA で管理されているキャッシュとの同期がとられ、それに伴って、結合応答メッセージ作成部 5 2 3 によって、VHA/THA 宛のキャッシュ更新応答メッセージが作成・発行されることになる。

【0126】さて、次に、図 3 に示す結合応答メッセージ処理部 5 2 D は、メッセージ種別判定部 5 1 から入力される結合応答メッセージについての受信処理を行なうもので、そのメッセージ内容を解析して必要に応じて内部パラメータの変更等を行なうようになっている。また、結合要求メッセージ処理部 5 2 E は、メッセージ種別判定部 5 1 から入力される結合要求メッセージに応じた処理を行なうためのもので、このために、本実施形態では、結合キャッシュ（Binding Cache）テーブルアクセス部 5 2 5、結合要求（Binding Request-M3）メッセージ解析部 5 2 6、結合更新（Binding Update）メッセージ作成部 5 2 7 及び結合要求（Binding Request-M3）メッセージ作成部 5 2 8 をさらにそなえている。

【0127】ここで、結合キャッシュテーブルアクセス部 5 2 5（以下、単に「テーブルアクセス部 5 2 5」と表記する）は、結合更新メッセージ処理部 5 2 C におけるものと同様に、キャッシュテーブル 4 4 に対して MN ホームアドレスを検索キーとしてアクセスしその保持内容（キャッシュ）を更新することができるものであり、結合要求メッセージ解析部 5 2 6 は、メッセージ種別判定部 5 1 から入力される結合要求メッセージ【キャッシュ要求（BR-M3）メッセージ】の内容を解析するためのものである。

【0128】そして、この結合要求メッセージ解析部 5

2 6 での解析結果により、そのメッセージに設定されている MN ホームアドレスを検索キーとして、テーブルアクセス部 5 2 5 が、キャッシュテーブル 4 4 を検索して、該当キャッシュを取得し、これに伴って、結合応答メッセージ作成部 5 2 7 が、そのキャッシュを要求元のノード（VHA/THA/EN）に通知するキャッシュ通知メッセージを作成・発行することになる。

【0129】つまり、この結合応答メッセージ作成部 5 2 7 は、端末 3 宛のパケットを自己宛にルーティングして  
10 くる EN（通信中 EN）1 2 からキャッシュ要求（BR-M3）メッセージを受けた場合に、キャッシュテーブル 4 4 で管理（保持）されているキャッシュ（COA）をその通信中 EN 1 2 に通知するキャッシュ情報通知手段としての機能を果たすのである。

【0130】なお、この結合更新メッセージ作成部 5 2 7 は、EN 1 2 においては、前述したタイマ処理部 4 9（図 2 参照）によって「Lifetime」の切れた「キャッシュ」が削除された場合に、キャッシュ通知を発行した VHA/THA/EN に対して該当する「キャッシュ」（「通信中 EN アドレス」データ 6 2 b）の削除を要求する  
20 キャッシュ削除要求メッセージを発行する機能も有する。

【0131】つまり、この結合更新メッセージ作成部 5 2 7 は、EN 1 2 の通信が終了して「キャッシュ」の有効期限が切れると、その「キャッシュ」の「通信中 EN アドレス」データ 6 2 b の削除をキャッシュ通知元のノード（VHA/THA/EN）に要求するノード識別情報削除要求手段としての機能を果たすのである。また、結合要求メッセージ作成部（キャッシュ情報要求手段）  
30 5 2 8 は、前記のキャッシュ検索部 4 3 による検索の結果、必要な「キャッシュ」がキャッシュテーブル 4 4 に保持されていないことが分かった場合に、VHA/THA/他 EN 宛の結合要求メッセージ（キャッシュ要求メッセージ）を作成・発行するものである。

【0132】そして、メッセージ送信部 5 2 F は、上記の結合応答メッセージ作成部 5 2 3、結合更新メッセージ作成部 5 2 4、5 2 7 及び結合要求メッセージ作成部 5 2 7 で作成された各種メッセージをルータ処理部 4 6（出力方路決定部 4 6 b；図 2 参照）へ送信するもので、これにより、各種メッセージがそれぞれ所望の出力インタフェースを通じて次ホップ先ノードへ転送される  
40 ことになる。

【0133】さて、次に、図 2 において、ルーティングメッセージ処理部 5 3 は、メッセージ種別判定部 5 1 からモバイルメッセージ以外の制御メッセージであると判定されて入力されてくる R I P（Routing Information Protocol）等のルーティングメッセージについての処理（例えば、網構成の変更等に伴うルーティング情報の更新等）を実施するためのものであり、EN 1 2 に固有の  
ルータ広告メッセージ処理部 5 4 は、在圏端末 3 に対す

るルータ広告を発行するためのものであるが、本実施形態では、前述したように、ENアドレスと、THAアドレスと、M3ネットワークアドレスを含む「ルータ広告」が作成・発行されるようになっている。

【0134】即ち、本ルータ広告メッセージ処理部54は、例えば図17に示すように、SAフィールド717にENアドレス（ルータ広告送信ノードのリンクローカルアドレス）、モビリティオプション（Type:100）として定義されるMAアドレスフィールド725にTHAアドレス（ローカルリンクにある（換言すると、EN12が収容されている）THA11（21）のアドレス）、モビリティオプション（Type:101）として定義されるM3ネットワークアドレスフィールド726にM3ネットワークアドレスをそれぞれ格納した「ルータ広告」を作成・発行するようになっている。

【0135】なお、「リンクローカルアドレス」とは、ルータ広告送信ノード配下のリンクでしか使えないアドレスを意味し、「ルータ広告」以外の用途にも使用される。

(A3.2) 端末（MN）3の詳細構成説明

次に、以下では、端末3の詳細構成について説明する。図5は上記の端末3の詳細構成を示すブロック図で、この図5に示すように、本実施形態の端末3は、入力処理部31、Iプレイヤ処理部32、パケット種別判定部33、モバイルメッセージ処理部34、ルーティングメッセージ処理部35、アプリケーション36、ルーティンググループ37、出力方法決定部38及び出力処理部39をそなえて構成されている。

【0136】ここで、上記の入力処理部31は、最寄りの（ローカルリンクの）EN12からパケットを受信するものであり、Iプレイヤ処理部32は、この入力処理部31から入力されるパケットについてデパプセル処理（ただし、パケットがカプセル化されている場合のみ）やルーティングヘッダ処理などの各種Iプレイヤ処理を施すためのものである。

【0137】また、パケット種別判定部33は、上記Iプレイヤ処理後の受信パケットの種別（モバイルメッセージ、ルーティングメッセージ等）を判定するもので、モバイルメッセージ（この場合は、主に「ルータ広告」やホーム/在圏位置登録応答メッセージ等）はモバイルメッセージ処理部34へ、ルーティングメッセージはルーティングメッセージ処理部35へ、これら以外のパケット（ユーザパケット等）はアプリケーション部36へそれぞれ振り分けられるようになっている。

【0138】さらに、ルーティングメッセージ処理部35は、モバイルメッセージ以外の制御メッセージ（ルーティングメッセージ）を処理するためのものであり、アプリケーション部36は、制御メッセージ以外のパケット（ユーザパケット等）についての受信処理を担うものであり、モバイルメッセージ処理部34は、EN12か

ら報知されている「ルータ広告」の受信に伴う位置登録処理やホーム/在圏位置登録応答メッセージ等についての処理を担うものである。

【0139】このため、本モバイルメッセージ処理部34は、その要部に着目すると、例えば図6に示すように、メッセージ受信部34A、メッセージ種別判断部34B、ルータ広告メッセージ処理部34C、モバイルIプレイヤ処理部34D及びメッセージ送信部34Eをそなえており、ルータ広告メッセージ処理部34Cは、さらに、情報格納レジスタ341、ルータ広告解析部342、位置登録（Registration）メッセージ作成部343及び結合更新（Binding Update）メッセージ作成部344をそなえて構成されている。

【0140】ここで、上記のメッセージ受信部34Aは、パケット種別判定部33から振り分けられてくるモバイルメッセージを受信するものであり、メッセージ種別判断部34Bは、受信モバイルメッセージが、「ルータ広告」及びそれ以外のモバイルIプレイヤメッセージのいずれであるかを判断するもので、この場合、「ルータ広告」はルータ広告メッセージ処理部34Cへ、それ以外のモバイルIプレイヤメッセージはモバイルIプレイヤ処理部34Dへそれぞれ転送されるようになっている。

【0141】そして、ルータ広告メッセージ処理部34Cにおいて、情報格納レジスタ341は、受信「ルータ広告」に含まれる前記のENアドレス、THAアドレス及びM3ネットワークアドレス（以下、「アドレス情報」と総称することがある）を保持するためのものであり、ルータ広告解析部342は、上記のメッセージ種別判断部34Bから転送されてくる「ルータ広告」の内容を解析するもので、このルータ広告解析部342において、上記のENアドレス、THAアドレス及びM3ネットワークアドレスが抽出されて、上記情報格納レジスタ341に格納されるようになっている。

【0142】ただし、このルータ広告解析部342は、情報格納レジスタ341に保持されている過去のアドレス情報と、最新の受信「ルータ広告」に含まれるアドレス情報とを比較する機能も有しており、本実施形態では、その比較により、端末3の移動に伴ってENアドレスが変化していてもM3ネットワークアドレスが変化していなければTHAアドレスを更新しないようになっている。

【0143】これにより、「HMIPv6」では、位置登録メッセージ作成部343が、ENアドレスの変化を契機に、新しいTHAアドレスをもつTHA11（21）宛に在圏位置登録メッセージを作成・発行するのだが、M3ネットワークアドレスに変化が無い限り、位置登録メッセージ作成部343は、元のTHAアドレスをもつTHA11（21）宛に在圏位置登録メッセージを作成・発行することになる。

【0144】つまり、上記のメッセージ受信部34A

は、在図EN12から報知される「ルータ広告」(報知情報)を受信する報知情報受信手段としての機能を果たし、ルータ広告解析部342は、このメッセージ受信部344で受信された「ルータ広告」に含まれるTHAアドレス(ゲートノード識別情報)が変化したか否かを監視するゲートノード識別情報監視手段と、「ルータ広告」に含まれるM3ネットワークアドレス(網識別情報)が変化したか否かを監視する網識別情報監視手段としての機能を果たし、さらに上記位置登録メッセージ作成部343は、上記のゲートノード識別情報監視手段でTHAアドレスの変化が検知されても網識別情報監視手段でM3ネットワークアドレスの変化が検知されないならば、同じTHAに自己の現在位置情報(COA)を通知する現在位置通知手段としての機能を果たすのである。

【0145】そして、これらの各手段をそなえることにより、本実施形態のモバイルメッセージ処理部34は、在図EN12のENアドレスに基づくCOA(「PCOA」)をVHA/THAに通知して登録する現在位置登録手段としての機能を有していることになる。ただし、上記の処理は端末3がローミング中の場合であって、非ローミング中(つまり、ホーム網1(2)を移動している場合)には、ENアドレスの変化が検出される毎に、結合更新メッセージ作成部344によって、VHA10(20)宛のホーム位置登録メッセージが作成・発行され、VHA10(20)に対して位置登録(「PCOA」の登録)が行なわれる。つまり、端末3がホーム網1(2)に存在する場合は、THA11(21)は使用されないようになっているのである。

【0146】このときの端末3がホーム網3内に位置しているか否かの判断は、ホーム網3のM3ネットワークアドレスをデフォルトアドレス(これを「M3ホームネットワークアドレス」という)として情報格納レジスタ341に予め格納しておき、「ルータ広告」に含まれるM3ネットワークアドレスとの比較により行なうようにすればよい。なお、「ルータ広告」にM3ネットワークアドレスが含まれていない場合は、その網が非「M3対応網」である(つまり、THAが用意されていない)ことを意味する。

【0147】この場合、端末3は、既存の「MIPv6」準拠の位置登録処理を行なうことになる。即ち、ローミング先の網が非階層化網であれば、端末3は、その移動に伴って「ルータ広告」に含まれるENアドレスが変化する度に、自己のホーム網1(2)のVHAに対して位置登録を行ない、階層化網であれば、ENアドレスが変化する度に、ローカリングのMAに対して位置登録を行なうことになる。なお、この場合のVHAあるいはMAに対する位置登録メッセージの作成機能は、位置登録メッセージ作成部343及び結合更新メッセージ作成部344が兼用してもよいし、専用のものを別個に用意して

もよい。

【0148】さて次に、図6に示すモバイルIPメッセージ処理部344は、上述した「ルータ広告」以外のメッセージ(Binding RequestやBinding Ackメッセージ等)についての処理を担うもので、例えば、上記のホーム/在圏位置登録メッセージに対する応答(ホーム/在圏位置登録応答メッセージ)等の受信処理が行なわれるようになっている。そして、メッセージ送信部344は、上記のホーム/在圏位置登録メッセージ等を図5に示す出力方路決定部38へ送信するものである。なお、これらは、モバイルIP端末には標準で備わる機能である。

【0149】次に、図5において、ルーティングテーブル37は、端末3がパケットを送信する上で必要なルーティング情報を保持するためのもので、このルーティング情報は、上記のルーティングメッセージ処理部35での受信ルーティングメッセージに応じて適宜更新されるようになっている。なお、このルーティングテーブル37も、例えば、RAMやレジスタ等の所要の記憶デバイスによって実現される。

【0150】また、出力方路決定部38は、上述したモバイルメッセージ処理部34、ルーティング処理部35及びアプリケーション部36から入力されるパケットの出力先(インタフェース)を、その宛先情報(DA)とルーティングテーブル27のルーティング情報とに基づいて決定するものであり、出力処理部39は、この出力方路決定部38での決定に従って、パケットを所望の出力インタフェースに出力するためのものである。

#### 【0151】(A4)動作説明

次に、上述のごとく構成された本実施形態のパケット通信システムの動作について詳述する。

(A4.1)端末3の動作(位置登録処理)説明  
まず始めに、端末3の動作(位置登録処理)について、図18及び図22を用いて説明する。なお、図18に示すように、ここでは、説明の便宜上、「MIPv6」のアドレス表記を「ネットワークアドレス」、「インタフェースID」とすることにして、端末3のホーム網1のアドレス(M3ネットワークアドレス)を「100.50」、ローミング先のネットワーク2のM3ネットワークアドレスを「200.50」、THA11a、11b、21a、21bのアドレスをそれぞれ順に「10.2」、「20.2」、「30.2」、「40.2」、EN12(EN「1」～「4」)のアドレスをそれぞれ順に「1.1」、「2.1」、「3.1」、「4.1」と仮定する。また、端末3のインタフェースIDを「3」と仮定する(従って、この場合、M3ホームネットワークアドレスは「100.3」となる)。勿論、実際のアドレス表記はこれらの表記とは異なる(例えば、「aaaa.b.c.d」等の長い表記になる)。以上の点は後述する図30においても同様である。

【0152】さて、図18において、まず端末3が、E

41

N “1” の在圏ゾーン内で移動（矢印4参照）したとする。このとき、端末3では、ルータ広告解析部342（図6参照）が、図22に示すように、EN “1” から受信される「ルータ広告」のENアドレス（1.1）、THAアドレス（10.2）、M3ネットワークアドレス（100.50）を抽出し（ステップA1）、まず、受信したENアドレスと情報格納レジスタ341に保持されているENアドレスとを比較して、一致しているか否かを判定する（ステップA2）。

【0153】この場合、端末3は、同一EN “1” から「ルータ広告」を受信しているため、ENアドレス（1.1）に変化はない。従って、ルータ広告解析部341は、抽出したENアドレス（1.1）、THAアドレス（10.2）、M3ネットワークアドレス（100.50）をそのまま情報格納レジスタ341に格納することになる（ステップA2のYesルートをステップA5）。

【0154】その後、さらに、端末3が移動して、異なるEN “2” の在圏ゾーン内へ移動したとする（矢印5参照）。すると、端末3では、受信した「ルータ広告」に含まれるENアドレスが「1.1」→「2.1」に変化するもので、ルータ広告解析部342が、今度はその「ルータ広告」に含まれるM3ネットワークアドレスと情報格納レジスタ341に保持されているM3ホームネットワークアドレスとを比較して、それぞれが一致しているか否かをチェックする（ステップA2のNoルートからステップA3）。

【0155】この場合、図18中に示すように、ENアドレス及びTHAアドレスは変化しているが、M3ネットワークアドレスは変化しておらず、しかも、M3ホームネットワークアドレスも変化していないので、ルータ広告解析部342は、端末3の移動がホーム網1内の移動であると認識し、結合更新メッセージ作成部344に対してホーム位置登録メッセージの作成を依頼する。

【0156】これにより、結合更新メッセージ作成部344は、図9に示すSAフィールド717に「PCOA」を設定するとともにDAフィールド718にVHA10のアドレスを設定したホーム位置登録メッセージを作成・発行（ステップA3のYesルートからステップA4）して、VHA10に対する位置登録を実施し（図18の矢印5a参照）、「ルータ広告」により受信したENアドレス（2.1）、THAアドレス（20.2）、M3ネットワークアドレス（100.50）を情報格納レジスタ341に格納する（ステップA5）。

【0157】なお、VHA10のアドレスは、端末3毎に予め設定されている。また、「PCOA」は、前述したように、EN “2” が発行する「ルータ広告」に含まれるENアドレスから作成される。即ち、ENアドレスのネットワークプレフィックス部分（本例では、「2.1」のうちの“2”の部分）と、自己のインタフェースID（＝“3”）とを組み合わせると「PCOA」を作成する。従

42

って、この場合、端末3は、「PCOA」＝“2.3”を作成し、これがVHA10に通知されることになる。

【0158】このように、本実施形態の端末3は、自己のホーム網1（2）内に位置している間は、THAには位置登録は行わず、常に、VHAに対して「PCOA」の登録を行なう。さて、その後、さらに端末3が移動し、図18中に矢印6で示すように、パケット網2のEN “3” の在圏ゾーンへ移動（ロミングイン）したとする。

すると、この場合は、端末3で受信される「ルータ広告」に含まれるENアドレスが「2.1」→「3.1」に変化するとともに、M3ネットワークアドレスもM3ホームネットワークアドレス（100.3）と異なるアドレス（200.50）に変化するので、ルータ広告解析部342は、今度はその「ルータ広告」に含まれるM3ネットワークアドレスと情報格納レジスタ341に保持されているM3ネットワークアドレスとを比較して、それぞれが一致しているか否かをチェックする（ステップA2のNoルートからステップA3及びステップA3のNoルートからステップA6）。

【0159】今、「ルータ広告」に含まれるM3ネットワークアドレスは元の「100.50」から「200.50」に変化しているため、ルータ広告解析部342は、端末3がパケット網1、2をまたいで移動（ロミングイン）したと認識し、位置登録メッセージ作成部343に対して在圏位置登録メッセージの作成を依頼するとともに、結合更新メッセージ作成部344に対してホーム位置登録メッセージの作成を依頼する。

【0160】これにより、結合更新メッセージ作成部344は、図9に示すSAフィールド717に「VCOA」を設定するとともにDAフィールド718にVHA10のアドレスを設定したホーム位置登録メッセージを作成・発行して、VHA10に対する位置登録を実施する（図18の矢印6a参照）。なお、このときの「VCOA」は、THAアドレス（30.2）のネットワークプレフィックス部分（“30”）と、端末3のインタフェースID（＝“3”）との組み合わせにより作成されるから、「30.3」となる。

【0161】一方、位置登録メッセージ作成部343は、図11に示すSAフィールド717に「PCOA」（3.3）を設定するとともにDAフィールド718にTHAアドレス（30.2）を設定した位置登録メッセージを作成・発行して、THA21aに対する位置登録を実施する（図18の矢印6b参照）。つまり、端末3は、パケット網1、2をまたぎ移動（ロミングイン）を行なうと、ホーム網1のVHA10とロミング先の最寄りのEN12を収容するTHA21aとのそれぞれに対して位置登録を行なうのである（以上、ステップA6のNoルートからステップA7）。

【0162】なお、ルータ広告解析部342は、上記の各メッセージの作成依頼後、この場合も、「ルータ広



告」から抽出したENアドレス (3.1)、THAアドレス (30.2)、M3ネットワークアドレス (200.50) をそれぞれ情報格納レジスタ341に格納 (保持しているアドレス情報を更新) する (ステップA5)。さて、次に、端末3がローミング先のパケット網2内においてさらに移動し、異なるEN「4」の在圏ゾーンに移動したとする。すると、この場合は、端末3で受信される「ルータ広告」に含まれるENアドレスが「3.1」→「4.1」に変化するが、M3ネットワークアドレスはM3ホームネットワークアドレス (100.3) と異なる「200.50」のままであるので (ステップA2及びA3でNoと判定され、且つ、ステップA6でYesと判定されるので)、ルータ広告解析部342は、位置登録メッセージ作成部343に対して在圏位置登録メッセージの作成を依頼する。

【0163】これにより、位置登録メッセージ作成部343は、図11に示すSAフィールド717に「PCOA」(4.3)を設定するとともにDAフィールド718に情報格納レジスタ341に保持されている元のTHAアドレス (30.2)を設定した位置登録メッセージを作成・発行して、同じTHA21aに対する位置登録を実施する (ステップA8; 図18の矢印7a参照)。そして、ルータ広告解析部342は、「ルータ広告」により受信したENアドレス (4.1)、THAアドレス (40.2)、M3ネットワークアドレス (200.50) をそれぞれ情報格納レジスタ341に格納 (保持しているアドレス情報を更新) する (ステップA5)。

【0164】つまり、本実施形態の端末3は、既存の「HIMPv6」準拠のシステムであれば「ルータ広告」に含まれるENアドレスが変化しているので同じ「ルータ広告」に含まれるTHAアドレス (40.2)をもつTHA21bに対して位置登録を行なう (位置登録先のTHAを切り替える) ところであるが、ENアドレスに変化があっても、M3ネットワークアドレスに変化がないと、最初に位置登録を行なったTHA21aに対して位置登録を行ない、その移動に関わらず、同じTHA21aを位置登録先として使い続けるのである。

【0165】これは、ローミング中に端末3がホーム網1のVHA10へ位置登録を行なうのはパケット網2へローミングインしたときだけで良いということを意味する。従って、既存の「HIMPv6」準拠のシステムのように、MAが切り替わる度にホーム網1のVHA10へ位置登録する必要がないので、端末3のローミング中のハンドオーバー時間が大幅に短縮されることになる。

【0166】(A4.2)VHA/THAの動作説明  
さて次に、以下では、VHA/THA側の動作について、図23及び図24を用いて説明する。まず、図23に示すように、VHA/THAでは、パケットを受信すると、入力処理部41においてその正常性がチェックされたのち (ステップB1)、パケット種別識別部42に

において、DAフィールド718に設定されている宛先アドレスが抽出される (ステップB2)。そして、パケット種別識別部42は、抽出したアドレスの先頭が「0xFF」であるか否かをチェックし (ステップB3)、「0xFF」であればその受信パケットはマルチキャストパケットであるので、制御メッセージ処理部50へ転送する (ステップB3のYesルートからステップB4)。

【0167】一方、抽出した宛先アドレスが「0xFF」以外の値であれば、パケット種別識別部42は、次に、宛先アドレスのプレフィックス部分 (上位64ビット) が自VHA/THAアドレスのプレフィックス部分と一致するか否かをチェックし (ステップB3のNoルートからステップB5)、一致していなければ、その受信パケットは他ドメイン向けパケットであるので、そのままルータ処理部46aへ転送する (ステップB5のNoルートからステップB6)。

【0168】これに対し、宛先アドレスのプレフィックス部分が自VHA/THAアドレスのプレフィックス部分と一致した場合は、パケット種別識別部42は、次に、宛先アドレス (下位64ビット) が自VHA/THAアドレスと一致するか否かをチェックし (ステップB5のYesルートからステップB7)、一致すれば、その受信パケットは自VHA/THA宛のパケット (つまり、制御メッセージ) であるので、制御メッセージ処理部50へ転送する (ステップB7のYesルートからステップB8)。

【0169】一方、宛先アドレス (下位64ビット) が自VHA/THAアドレスと一致しない場合は、パケット種別識別部42は、次に、受信パケットの宛先オプションを参照してそのパケットがキャッシュ要求 (BR-M3) メッセージ (Option Type=16) であるか否かをチェックする (ステップB7のNoルートからステップB9)。

【0170】その結果、受信パケットがBR-M3メッセージである場合は、パケット種別識別部42は、その受信パケットを制御メッセージ処理部50へ転送し (ステップB10のYesルートからステップB11)、BR-M3メッセージでなければ、キャッシュ検索部43に受信パケットを転送する。キャッシュ検索部43は、このように転送されてきたパケットのDAフィールド718に設定されている宛先アドレスを検索キーとして、キャッシュテーブル44を検索する (ステップB10のNoルートからステップB12)。

【0171】この検索の結果、該当宛先アドレス (COA) がキャッシュテーブル44に登録されていない場合は、キャッシュ検索部43は、宛先が見つからないので、ソフトウェア (図示省略) にパケットを引き渡し、当該ソフトウェアは、例えばICMP (Internet Control Message Protocol) に従ってパケットの送信元に対して

宛先が見つからない旨のエラーメッセージを発行する  
(ステップB13のNoルートをステップB14)。

【0172】これに対し、受信パケットの宛先アドレスがキャッシュテーブル44に登録されていれば(キャッシュヒットすれば)、キャッシュ検索部43は、受信パケットをカプセル化処理部45に転送し、カプセル化処理部45は、キャッシュヒットしたCOAをDA、受信パケット(オリジナルパケット)のSAフィールド717に設定されていたアドレスをSAとするヘッダをオリジナルパケットに付加してカプセル化する(ステップB13のYesルートからステップB15)。

【0173】そして、カプセル化されたパケット(トンネルパケット)は、ルータ処理部46へ出力され、ルータ処理部46では、図29に示すように、出力方路決定部46bが、そのトンネルパケットのDAを抽出し(ステップG1)、そのDAを検索キーとしてルーティングテーブル46aのルーティング情報を検索する(ステップG2)ことにより、DAに応じた出力インタフェースを決定し(ステップG3)、出力処理部48へ送信する(ステップG4)。これにより、トンネルパケットは、決定した出力インタフェースを通じてそのDAに応じた次ホップ先ノード(EN/MN)へ送信されることになる(ステップB16)。

【0174】次に、制御メッセージ処理部50での処理について、図24に示すフローチャートを参照しながら詳述する。まず、制御メッセージ処理部50では、上記のステップB4やB8、B11によりパケット種別識別部42から転送されてくる制御メッセージの種別をメッセージ種別判定部51にて判定する。即ち、メッセージ種別判定部51は、受信した制御メッセージのメッセージ種別(宛先オプション)を抽出し(ステップC1)、そのメッセージ種別が結合更新メッセージ、結合応答メッセージ、結合要求メッセージのいずれであるかをチェックする(ステップC2〜C4)。

【0175】その結果、受信制御メッセージがモバイルメッセージ以外のメッセージ(ルーティングメッセージ等)であれば(ステップC2〜C4でいずれもNoと判定された場合)、メッセージ種別判定部51は、そのメッセージをルーティングメッセージ処理部53へ転送し、ルーティングメッセージ処理部53においてそのメッセージ内容に応じた処理が実施される(ステップC24)。

【0176】これに対し、受信制御メッセージが、例えば、結合更新メッセージ(Option Type=198)であることが分ると、メッセージ種別判定部51は、そのメッセージを結合更新メッセージ処理部52C(結合更新メッセージ解析部522)へ転送する。結合更新メッセージ解析部522は、受信した結合更新メッセージのリザーブビットが“1”になっているか(つまり、受信した結合更新メッセージがキャッシュ削除要求メッセージ

か)否かをチェックし(ステップC2のYesルートからステップC5)、リザーブビットが“0”になっているれば、キャッシュ削除要求メッセージ以外の結合更新メッセージ(つまり、ホーム/在圏位置登録メッセージ)であるので、さらに、その結合更新メッセージに対するステータス判定(フォーマットの正常性確認等)を行なう(ステップC5のNoルートからステップC6)。

【0177】その結果、受信した結合更新メッセージが正常であれば、結合更新メッセージ解析部522は、テーブルアクセス部521に指示を与えてキャッシュテーブル44を更新させる。即ち、この場合、受信した結合更新メッセージはホーム/在圏位置登録メッセージであるので、テーブルアクセス部521は、そのSAフィールド717に設定されているCOA(VCOA/PCOA)を、ホームアドレスフィールド724に設定されているMNホームアドレスを検索キーとして特定されるキャッシュテーブル44の記憶領域に書き込んで該当「キャッシュ」[データ61a;図4(A)参照]を更新する(ステップC6のYesルートからステップC7)。

【0178】そして、結合更新メッセージ解析部522は、受信した上記の結合更新メッセージのAビットが“1”が設定されている、つまり、そのメッセージに対して応答が必要か否かをチェックし(ステップC8)、Aビットが“1”に設定されていれば(ステップC8でYesであれば)、結合応答メッセージ作成部523に対して、上記の結合更新メッセージに対する結合応答メッセージ(ホーム/在圏位置登録応答メッセージ)の作成を依頼し、これを受けて、結合応答メッセージ作成部523が、端末3宛のホーム/在圏位置登録応答メッセージを作成する(ステップC9)。

【0179】作成されたメッセージは、メッセージ送信部52Fを通じてルータ処理部46(出力方路決定部46b)へ転送され(ステップC10)、これにより、ホーム/在圏位置登録応答メッセージの発行元の端末3へ本メッセージが通知されることになる。つまり、図18及び図22により上述したように、端末3からその移動に伴って発行されるホーム/在圏位置登録メッセージは、VHA/THAにおいて、図23により上述したステップB1、B2、ステップB3のNoルート、ステップB5のNoルート、ステップB7のYesルート、図24により上述したステップC1、ステップC2のYesルート、ステップC5のNoルート、ステップC6のYesルートからステップC7、ステップC8のYesルートからステップC9、C10及びステップC11のNoルートを通るアルゴリズムによって処理されるのである。

【0180】さて、次に、結合更新メッセージ解析部522は、上記のステップC7において更新を行なった「キャッシュ」[データ61a]に対応する通信中ENアドレスデータ62b[図4(A)参照]が存在するか

否かをチェックし(ステップC11)、存在しなければ、自己(VHA/THA)の「キャッシュ」を受けて自己の代わりに通信を行なっている通信中EN12は存在せず、EN12に対するキャッシュ更新要求は行なわなくて良いので、そのまま処理を終了する(ステップC11のNルート)。

【0181】これに対し、通信中ENアドレスデータ61bが1つでも存在すれば、結合更新メッセージ解析部522は、受信した結合更新メッセージのSAフィールドに設定されていたCOA(WCOA/PCOA)と更新前の「キャッシュ」のCOAとが一致するか否か(つまり、COAが変化したか否か)をさらにチェックする(ステップC11のYesルートからステップC12)。

【0182】その結果、COAが変化していなければ(ステップC12でYesであれば)、通信中EN12のもつ「キャッシュ」を更新する必要はないので、結合更新メッセージ解析部522は、そのまま処理を終える(ステップC12のYesルート)が、COAが変化していれば(ステップC12でNoであれば)、更新の必要があるので、結合更新メッセージ作成部524に対して通信中EN12宛の結合更新メッセージ(キャッシュ更新要求メッセージ)の作成を依頼する。

【0183】これを受けて、結合更新メッセージ作成部524は、上記の通信中ENアドレスをDAフィールド718としてかつキャッシュ更新要求メッセージを作成・発行する(ステップC13)。つまり、VHA/THAは、「通信中ENアドレス」をキャッシュテーブル44に保持しておき、端末3の移動に伴ってその端末3から新たな現在位置情報(COA)の通知を受けると、その新たな現在位置情報に基づいて、「通信中ENアドレス」によって識別される通信中ENに対してその「キャッシュ」の更新を実施するのである。

【0184】これにより、VHA/THAは、「キャッシュ」を更新すべきENを誤ることなく正確に所望のENの「キャッシュ」を更新することができる。また、端末3の移動(位置登録)に伴って新たな現在位置情報(COA)がVHA/THAに通知されることによりVHA/THA側の「キャッシュ」が更新される都度、その更新が通信中EN12側の「キャッシュ」に反映されて、相互の同期がとられることになる。

【0185】従って、通信中ENは、更新後の「キャッシュ」に基づいて端末3宛のパケットルーティングを行なうことにより、引き続きVHA/THAに代わって新たな図EN(端末3の移動先EN)へのパケットルーティングを行なうことが可能であり、常に、端末3宛のパケットを端末3の移動先へ正しく届けことが出来る。

【0186】ところで、上記のステップC5において、受信した結合更新メッセージのリザーブビットが「1」になっていた場合は、そのメッセージはキャッシュ削除

要求メッセージ(図16参照)を意味するので、結合更新メッセージ解析部522は、さらに、その受信メッセージのライフタイムが「0」に設定されているか否かをチェックする(ステップC5のYesルートからステップC14)。

【0187】その結果、ライフタイムが「0」に設定されていれば、結合更新メッセージ解析部522は、そのキャッシュ削除要求メッセージのホームアドレスフィールド724に設定されているMNホームアドレスをテーブルアクセス部521に通知して該当「キャッシュ」(「通信中ENアドレス」データ62b)の削除を依頼する。

【0188】これにより、テーブルアクセス部521は、通知されたMNアドレスキーにして、キャッシュテーブル44を検索して該当「通信中ENアドレス」データ62bを削除する(ステップC14のYesルートからステップC15)。なお、上記のライフタイムが「0」以外の値に設定されている場合は、このテーブルアクセス部521によるキャッシュ削除処理は実施されない(ステップC14のNルート)。

【0189】次いで、結合更新メッセージ解析部522は、上記の受信メッセージのAビットが「1」になっているかチェックし(ステップC16)、「1」になっていなければ、自VHA/THAでその受信メッセージに対する応答メッセージを発行する必要が無いので、そのまま処理を終える(ステップC16のNルート)。

【0190】一方、Aビットが「1」になっていれば、自VHA/THAで応答メッセージを発行する必要があるので、結合更新メッセージ解析部522は、結合応答メッセージ作成部523に対して結合応答メッセージ(キャッシュ削除要求応答メッセージ)の作成を依頼し、結合応答メッセージ作成部523は、受信メッセージのSAをDAとするキャッシュ削除要求応答メッセージを作成する(ステップC16のYesルートからステップC17)。

【0191】これにより、作成されたキャッシュ削除要求応答メッセージは、メッセージ送信部52Fを通じて、ルータ処理部46(出力方路決定部46b)へ転送され、出力方路決定部46bにおいてそのメッセージの出力インタフェースが決定されて、決定した出力インタフェースを通じて次ホップ先ノードへルーティングされる(ステップC18)。

【0192】さて、以上は結合更新メッセージを受信した場合の処理(VHA/THAの動作)であるが、結合応答メッセージ、結合要求(BR-M3)メッセージを受信した場合の処理は次のようになる。即ち、メッセージ種別判定部51において、受信メッセージが結合応答メッセージ(Option Type=7)であると判断されると、そのメッセージは結合応答メッセージ処理部52Dに転送され、結合応答メッセージ処理部52Dにて処理される

(ステップC3のYesルートからステップC19)。なお、この場合、VHA/THAが受信しうる結合応答メッセージは、キャッシュ更新応答メッセージ(図13参照)である。

【0193】これに対し、メッセージ種別判定部51において、受信メッセージがBR-M3メッセージであると判断された場合は、そのBR-M3メッセージは結合要求メッセージ処理部52E(結合要求メッセージ解析部526)に転送される。すると、結合要求メッセージ解析部526は、受信したBR-M3メッセージの内容を解析し、ホームアドレスフィールド724に設定されているMNホームアドレスを抽出してテーブルアクセス部525にそのMNホームアドレスを通知する。

【0194】これにより、テーブルアクセス部525は、通知されたMNホームアドレスをキーにしてキャッシュテーブル44を検索して、該当「キャッシュ」[受信BR-M3メッセージのSAと同一のキャッシュデータ(COA)]が存在するかをチェックする(ステップC4のYesルートからステップC25)。その結果、キャッシュテーブル44に該当「キャッシュ」が存在しなければ、テーブルアクセス部525は、そのまま処理を終える(ステップC25のNoルート)。一方、「キャッシュ」が存在すれば、「キャッシュ」に登録されているCOAを保持しておき、さらに、BR-M3メッセージのSAと同じ「通信中ENアドレス」が該当するキャッシュエントリに存在するか否かを検索する(ステップC25のYesルートからステップC20)。

【0195】この検索の結果、BR-M3メッセージのSAと同じ「通信中ENアドレス」が存在すれば、テーブルアクセス部525は、その「通信中ENアドレス」と保持しておいたCOAとを読み出し(ステップC26)、結合要求メッセージ解析部526へ渡す。これにより、結合要求メッセージ解析部526は、受け取った情報(COA、「通信中ENアドレス」)を結合更新メッセージ作成部527に転送して結合更新メッセージ(キャッシュ通知メッセージ)の作成を依頼する(ステップC21のYesルートからステップC23)。なお、上記のステップC20において、「通信中ENアドレス」が未登録であれば、その時点で、BR-M3メッセージのSAを「通信中ENアドレス」として新規登録する。

【0196】一方、「キャッシュ」が存在しない場合(ステップC21でNoの場合)、結合要求メッセージ解析部526は、受信メッセージのSAをキャッシュして(ステップC22)、結合更新メッセージの作成を結合更新メッセージ作成部527に依頼する(ステップC23)。

#### (A4.3) ENの動作説明

次に、本実施形態のENの動作について、図25～図29を参照しながら詳述する。

【0197】まず、ENでは、図25に示すように、バ

ケットを受信すると、その受信パケットの正常性が入力処理部41にてチェックされたのち(ステップD1)、パケット種別識別部42において、そのDAが抽出されて(ステップD2)、そのDAの先頭が「0xFD」になっている(つまり、マルチキャストパケットを表示している)か否かがチェックされる(ステップD3)。

【0198】その結果、受信パケットがマルチキャストパケットであれば、パケット種別識別部42は、そのパケットを制御メッセージ処理部50へ転送する(ステップD3のYesルートからステップD3')が、マルチキャストパケットでなければ、次に、抽出したDAのプレフィックス部分(上位64ビット)と自己のENアドレスのプレフィックス部分とを比較して一致しているか否かをチェックする(ステップD3のNoルートからステップD4)。

【0199】この比較の結果、上記の各プレフィックス部分が互いに一致していれば、パケット種別識別部42は、自ENが所属する自ドメイン向けのパケットであると認識して、さらに、そのDAと自己のENアドレスの下位64ビット同士を比較して一致するか否かをチェックし(ステップD5)、一致していれば、その受信パケットは自EN宛の制御メッセージであるので、その受信パケットを制御メッセージ処理部50へ転送し(ステップD5のYesルートからステップD6')、一致していなければ、次に、受信パケットがBR-M3メッセージであるか否かをチェックする(ステップD5のNoルートからステップD6)。

【0200】その結果、受信パケットがBR-M3メッセージであれば、パケット種別識別部42は、ソフトウェア(図示省略)へ受信パケットを引き渡し、これにより、当該ソフトウェアは、DAを受信パケットのSA、SAを自ENアドレスとする結合更新メッセージ(キャッシュ通知メッセージ)を作成する(ステップD7のYesルートからステップD8)。

【0201】ただし、このとき作成されるキャッシュ通知メッセージは、上記のBR-M3メッセージを発行したEN12がその後にパケットを受信する度に「キャッシュ」が無いことを理由に何度もBR-M3メッセージを発行してしまうことを防止することを目的としており、このキャッシュ通知メッセージを受けた送信元EN12では、そのメッセージに基づいてダミーの「キャッシュ」(以下、「ダミーキャッシュ」という)を作成することになる。この「ダミーキャッシュ」は、例えば、検索キーと登録データとを同一の値に設定しておくことで、通常のキャッシュエントリとは区別する。もしくは、特定のビットを使って識別できるようにしてもよい。

【0202】一方、受信パケットがBR-M3メッセージでなければ、その受信パケットは端末3宛のパケットであるので、パケット種別識別部42は、受信パケットをキャッシュ検索部43へ転送し、キャッシュ検索部43

は、その受信パケットのDAを検索キーとしてキャッシュテーブル44を検索する(ステップD7のN0ルートをステップD9)。

【0203】その結果、該当「キャッシュ」がキャッシュテーブル44に登録されていなければ、キャッシュ検索部43は、受信パケットをそのまま(カプセル化処理部45でカプセル化せずに)ルータ処理部46へ転送する(ステップD10のN0ルートをステップD11)。

1) これに対し、該当「キャッシュ」がキャッシュテーブル44に登録されていれば、キャッシュ検索部43は、受信パケットのDAと検索により得られた「キャッシュ」のCOAとを比較して両者が一致するか否かをチェックし(ステップD10のYesルートをステップD12)、両者が一致しなければ、端末3が既に他のENの在圏ゾーンへ移動しており、上記の「キャッシュ」が新たに作成されている状態を意味するので、受信パケットをカプセル化処理部45へ転送する。

【0204】カプセル化処理部45は、受信パケットに、DAを上記のキャッシュ検索により得られたCOA、SAを自ENアドレスとするヘッダを付加して受信パケットをカプセル化する(ステップD12のN0ルートをステップD13)。これにより、端末3宛のパケットは端末3の移動先の新たなENへ正しく転送されることになる。なお、受信パケットのDAと検索により得られた「キャッシュ」のDA(COA)とが一致すれば、それはダミーキャッシュを意味しており、受信パケットはカプセル化されない(ステップD12のYesルート)。

【0205】そして、キャッシュ検索部43は、上記の「キャッシュ」に含まれるライフタイムが切れない(“0”にならないように)更新(リフレッシュ)する(ステップD14)。なお、このとき更新する値は予めEN毎に設定されており、キャッシュ検索部43は、その設定値にライフタイムを設定することになる。ただし、リフレッシュ後のライフタイムが現在のライフタイムより小さくなるような場合には、現在のライフタイムに維持する。

【0206】また、ルータ処理部46では、出力方路決定部46bにおいて、受信パケット(トンネルパケット又はカプセル化されなかった受信パケット)のDAを検索キーとしてルーティングテーブル46aを検索して、その受信パケットの出力インタフェースを決定し(ステップD15)、出力処理部48へ送信する(図29に示すステップG1～G4)。これにより、受信パケットはそのDAに応じた出力インタフェースを通じて次ホップ先ノードへルーティングされる。

【0207】ところで、上記のステップD4において、受信パケットのDAのプレフィックス部分と自ENアドレスのプレフィックス部分とが一致しなかった場合(つまり、受信パケットが他ドメイン向けのパケットである場合)、パケット種別識別部42は、図26に示すよう

に、さらに、その受信パケットがBR-M3メッセージであるか否かをチェックする(ステップD16)。

【0208】その結果、受信パケットがBR-M3メッセージであれば、そのメッセージは他ドメイン向けのBR-M3メッセージであることが分るので、キャッシュ検索部43が、そのBR-M3メッセージのDAを検索キーにしてルーティングテーブル46aを検索し(ステップD17のYesルートをステップD18)、出力インタフェースが「M3対応網」以外へのインタフェースであるか否かをチェックする(ステップD19)。

【0209】その結果、出力インタフェースが「M3対応網」以外へのインタフェースである場合、つまり、BR-M3メッセージを受けても対応できない網へのインタフェースである場合、キャッシュ検索部43は、ソフトウェアパケットを引き渡し、当該ソフトウェアによって受信パケットのSAをDA、SAを自ENアドレスとする結合更新メッセージ(キャッシュ通知メッセージ)を作成させる(ステップD19のYesルートをステップD20)。

【0210】これにより、この場合も、受信したBR-M3メッセージの発行元ENに対してキャッシュ通知メッセージが送信されて、当該発行元ENにおいて、「ダミーキャッシュ」が作成されることになる。つまり、この処理を行なうEN12は、「M3対応網」以外の網とのゲートウェイ機能を提供するゲートノードでもあることを意味する。

【0211】一方、出力インタフェースが「M3対応網」へのインタフェースである場合は、次ホップ先ノードが「M3対応網」対応のノード(EN)であり、自EN12が「M3対応網」内の中継ノードとしての役割を果たすことを意味するので、キャッシュ検索部43は、受信パケットをルータ処理部46へ転送する(ステップD19のN0ルートからステップD21)。

【0212】なお、上記のステップD17において、受信パケットがBR-M3メッセージでなかった場合、パケット種別識別部42は、その受信パケットをキャッシュ検索部43へ転送し、キャッシュ検索部43は、その受信パケットのDAを検索キーとしてキャッシュテーブル44を検索する(ステップD17のN0ルートからステップD22)。

【0213】その結果、該当「キャッシュ」が登録されていれば、受信パケットは他ドメインの端末3向けのパケットを意味するので、図25より上述したステップD12以降の処理が実施されて、ルータ処理部46においてその出力インタフェースが決定されて、決定した出力インタフェースを通じて次ホップ先ノードへルーティングされる(ステップD23のYesルートを図25に示すステップD12～D15)。

【0214】一方、該当「キャッシュ」が登録されていなければ、キャッシュ検索部43は、この場合も、受信

53

パケットのDAを検索キーとしてルーティングテーブル46aを検索し(ステップD23のNoルートからステップD24)、その受信パケットの出力インタフェースが「M3対応網」以外へのインタフェースであるか否かをチェックする(ステップD25)。

【0215】この結果、出力インタフェースが「M3対応網」へのインタフェースであれば(ステップD25でNoと判定されれば)、キャッシュ検索部43は、モバイルメッセージ処理部52における結合要求メッセージ処理部52Eの結合要求メッセージ作成部528(図3参照)へBR-M3メッセージの作成を依頼する(ステップD27)。このようにして、通信中ENは、端末3宛のパケットをVHA/THAへルーティングする際に「キャッシュ」が無いと、そのVHA/THAへ「キャッシュ」を要求するのである。なお、出力インタフェースが非「M3対応網」へのものである場合(ステップD25でYesの場合)、キャッシュ検索部43は、ルータ処理部46へ受信パケットを引き渡す(ステップD26)。

【0216】この要求を受けた結合要求メッセージ作成部528は、受信パケットのDAをDA、SAを自ENアドレスとするBR-M3メッセージを作成し、メッセージ送信部52Fを通じてルータ処理部46へ転送する(ステップD27、D28)。これにより、VHA/THA/ENに対してキャッシュ要求が行なわれ、必要な「キャッシュ」がそのVHA/THA/ENからキャッシュ通知メッセージにより通知されてくることになる。

【0217】なお、この例は、各ENがVHA/THAアドレスを知らないことを前提として場合であるため、BR-M3メッセージを作成するときのDAには、ENが受信したパケットのDAを設定しているが、予めENがVHA/THAアドレスを知っている場合は、そのアドレスをDAに設定すればよい。ところで、EN12のタイマ処理部49では、上記のメッセージ処理やルーティング処理等とは独立して、図28に示すタイマ処理が行なわれている。即ち、タイマ処理部49は、キャッシュテーブル44のアドレスを例えば昇順あるいは降順に順次指定して(ステップF1)、該当「キャッシュ」のライフタイムを順番に取得し(ステップF2)、そのライフタイムを1減算した上で(ステップF3)、ライフタイムが「0」になったか否かをチェックする(ステップF4)。

【0218】その結果、ライフタイムが「0」になっていれば、その「キャッシュ」の有効期限が切れたことになるので、タイマ処理部49は、モバイルメッセージ処理部52の結合更新メッセージ作成部527(図3参照)に対して結合更新メッセージ(キャッシュ削除要求メッセージ)の作成を依頼する。これにより、結合更新メッセージ作成部527は、有効期限の切れた上記「キャッシュ」に対応するVHA/THAアドレスデータ6

54

2b(図4(B)参照)をDAとし、自ENアドレスをSAとするとともに、宛先オプションのリザーブビットを「1」、ライフタイムを「0」とするVHA/THA宛のキャッシュ削除要求メッセージを作成しルータ処理部46へ転送する(ステップF4のYesルートからステップF5)。

【0219】つまり、通信中ENは、通信が終了して「キャッシュ」の有効期限が終了すると、VHA/THAに対してそのVHA/THAで管理されている「通信中ENアドレス」の削除要求を行なうのである。これにより、上記キャッシュ削除要求メッセージを受けたVHA/THA(キャッシュ通知を行なったVHA/THA)では、キャッシュテーブル44で保持されている該当「通信中ENアドレス」を削除する。

【0220】その後、EN側のタイマ処理部49は、キャッシュテーブル44からライフタイムの切れた「キャッシュ」を削除する(ステップF6)。このようにして、ライフタイムの切れた「キャッシュ」はVHA/THA/ENにおいて順次削除されてゆくことになる。従って、不要な情報がいつまでもキャッシュテーブル44で保持されることがなく、キャッシュテーブル44に必要な記憶容量を最小限に抑制することができる。

【0221】さて次に、本EN12の制御メッセージ処理部50での処理について、図27を参照しながら説明する。即ち、制御メッセージ処理部50では、メッセージ種別判定部51が、受信パケット(メッセージ)の宛先オプションのオプションタイプを参照することによりその受信メッセージの種別を判定する(ステップE1)。

即ち、受信メッセージが結合更新メッセージ、結合応答メッセージ、BR-M3メッセージのいずれであるかを判定する(ステップE2、E3、E4)。

【0222】その結果、受信メッセージが、例えば、結合更新メッセージ(キャッシュ通知メッセージ)であれば(ステップE2でYesと判定されれば)、メッセージ種別判定部51は、そのメッセージを結合更新メッセージ処理部52Cの結合更新メッセージ解析部522へ転送する。なお、EN12が受信しうる結合更新メッセージとしては、キャッシュ通知メッセージ、位置(キャッシュ)更新メッセージがある(前記の表1参照)。

【0223】従って、結合更新メッセージ解析部522は、受信メッセージの正常性をチェックしたのち(ステップE5)、正常であれば、テーブルアクセス部521によって、そのメッセージ(キャッシュ通知メッセージ/キャッシュ更新メッセージ)により通知されたキャッシュデータ61aを、そのメッセージに含まれるMNホームアドレスをキーにしてキャッシュテーブル44の該当記憶領域に書き込んで、キャッシュテーブル44の内容を登録/更新する(ステップE6)。

【0224】そして、結合更新メッセージ解析部522は、上記の受信メッセージのAビットが「1」になって

いるか否かをチェックし(ステップE7)、“1”になつていれば(ステップE7でYesなら)、そのメッセージに対する応答メッセージ(キャッシュ更新応答メッセージ)が要求されていることを意味するので、結合応答メッセージ作成部523に対してキャッシュ更新応答メッセージの作成を依頼する。

【0225】これにより、結合応答メッセージ作成部523は、受信メッセージのSAをDA、自ENアドレスをSAとするVHA/THA宛のキャッシュ更新応答メッセージを作成する(ステップE8)。このキャッシュ更新応答メッセージは、メッセージ送信部52Fを通じてルータ処理部46へ転送され、ルータ処理部46(出力方路決定部46b)において出力インタフェースが決定されて、そのDAに応じた次ホップ先ノードへルーティングされる(ステップE9、図29のステップG1〜G4)。

【0226】なお、受信メッセージのAビットが“1”になっていない場合は、その受信メッセージに対する応答メッセージは要求されていないことを意味するので、結合更新メッセージ解析部522は、テーブルアクセス部521による受信「キャッシュ」の書き込みの後、キャッシュ更新応答メッセージの作成は依頼せずに、そのまま処理を終える(ステップE7のNoルート)。

【0227】これに対し、上記のメッセージ種別判定の結果、受信メッセージが結合応答メッセージであれば(ステップE2でNoと判定され、ステップE3でYesと判定されれば)、メッセージ種別判定部51は、そのメッセージを結合応答メッセージ処理部52Dへ転送し、これにより、結合応答メッセージ処理部52Dにおいて、そのメッセージ内容に応じた処理が実施される(ステップE3のYesルートからステップE10)。なお、EN12が受信しうる結合応答メッセージとしては、自EN12が発行したキャッシュ削除要求メッセージに対する応答(キャッシュ削除応答メッセージ)がある(表1参照)。

【0228】次に、上記のメッセージ種別判定の結果、受信メッセージがBR-M3メッセージであれば、(ステップE2及びE3でいずれもNoと判定され、ステップE4でYesと判定されれば)、メッセージ種別判定部51は、そのメッセージを結合要求メッセージ解析部526へ転送する。すると、結合要求メッセージ解析部526は、そのメッセージに含まれるMNホームアドレスをテーブルアクセス部525に通知し、テーブルアクセス部525は、そのMNホームアドレスを検索キーとしてキャッシュテーブル44を検索する。

【0229】その結果、キャッシュヒットすれば、結合更新メッセージ作成部527によって、その「キャッシュ」をキャッシュ要求元のノードへ通知するためのキャッシュ通知メッセージが作成されて(ステップE1

1)、これがメッセージ送信部52Fを通じてルータ処

理部46へ転送される。なお、上記のメッセージ種別判定の結果、受信メッセージが、結合更新メッセージ、結合応答メッセージ、BR-M3メッセージのいずれでもなかった場合(ステップE2〜E4においていずれもNoと判定された場合)、メッセージ種別判定部51は、受信メッセージをルーティングメッセージ処理部53へ転送し、ルーティングメッセージ処理部53においてそのメッセージ内容に応じた処理が実施される(ステップE12)。

【0230】以上のようなVHA/THA/EN/MNの個々の動作により、本実施形態のシステムでは、ホーム網1(2)のホーム端末3に対しては、VHAがその現在位置情報(COA)を管理し、ENがホーム網1

(2)のVHAに端末3の現在位置情報(COA)の問い合わせを行ない、COAが判明した後はENがVHAの代わりにCOA宛にパケットをカプセル化して転送し、他網2(1)からローミングしてきた端末3に対しては、THAがその現在位置情報(COA)を管理し、ENがホーム網1(2)のTHAに端末3の現在位置情報(COA)の問い合わせを行ない、COAが判明した後はENがTHAの代わりにCOA宛にパケットをカプセル化して転送することが可能となる。

【0231】(A4.4)ローミング中の端末3との通信時の動作説明

さて、次に、以下では、上述したVHA/THA/EN/MNの個々の動作を前提として、図18により前述したように端末3がローミング先のパケット網2のEN“4”の在圏ゾーンに位置しているときに、例えば図19に示すように、ホーム網1のEN“1”の在圏ゾーンに位置する別の端末3(以下、説明の便宜上、ローミング中の端末3を端末3a、ホーム網1に存在する別の端末3を端末3bと表記する)がローミング中の端末3aと通信を行なう場合の動作について考える。

【0232】従つて、この場合、端末3aは、ローミング先のTHA21bに「PCOA」を、ホーム網1のVHA10には「VCOA」を登録していることになる。まず、端末3bは、端末3aの現在の移動先アドレス(COA)を知らないため、ホームアドレス(MNホームアドレス)宛にパケット(ユーザパケット)を送信することになる。このホームアドレス宛のパケットが、最寄りのEN“1”で受信されると、EN“1”では、図25により上述したステップD3及びD4にてNoと判定され、図26により上述したステップD17、D23及びD25にていずれもNoと判定されることになる。

【0233】従つて、EN“1”は、受信ユーザパケットをVHA10へ向け転送するとともに、受信パケットのDA(MNホームアドレス)をDA、つまり、VHA10宛のBR-M3メッセージを発行してVHA10に対して「キャッシュ」を要求する。VHA10では、受信したユーザパケットを「VCOA」宛にカプセル化して転送

57

するとともに、BR-M3メッセージに対する応答としてEN “1” 宛のキャッシュ通知メッセージを発行する(図19中に示す点線矢印91参照)。

【0234】これらの各処理は、ユーザパケットについては図23により上述したステップB3のNoルート、ステップB5のYesルート、ステップB7のNoルート、ステップB10のNoルート及びステップB13のYesルートを通る各処理に相当し、BR-M3メッセージについては図23により上述したステップB3のNoルート、ステップB5のYesルート、ステップB7のYesルート、図24により上述したステップC2のNo

【0235】これにより、ユーザパケットは例えば図19に示すようにEN “2” ヘルディングされ、EN “1” では、VHA10からのキャッシュ通知メッセージにより通知された「キャッシュ」をキャッシュテーブル44に登録する。その結果、EN “1” は、図19中に太実線矢印92で示すように、以降、VHA10に代わって端末3a宛のユーザパケットを「VCOA」でカプセル化してVHA10を経由させることなく転送すること(ルート最適化)が可能となる。

【0236】次に、EN “2” は、上述のごとくVHA10にて「PCOA」でカプセル化されたユーザパケットをEN “3” へ転送し、EN “3” は、そのユーザパケットをTHA21bへ向けてルーティングするとともに、THA21b宛のBR-M3メッセージを発行してTHA21bに対して「キャッシュ」を要求することになる。なお、このときのEN “2” での処理は、図25により前述したステップD3のNoルート、ステップD4のNoルート、図26により前述したステップD17のNoルート、ステップD23のYesルート及び図25により前述したステップD12のYesルートを通る各処理に相当し、EN “3” での処理は、図25により前述したステップD3のNoルート、ステップD4のNoルート、図26により前述したステップD17のNoルート及びステップD23のNoルートを通る各処理に相当する。

【0237】これにより、THA21bは、受信したユーザパケットを「PCOA」でカプセル化してEN “4” に向けてルーティングするとともに、BR-M3メッセージに対する応答としてEN “3” 宛のキャッシュ通知メッセージを発行する(図19中に示す点線矢印93参照)。このときの各処理も、ユーザパケットについては図23により上述したステップB3のNoルート、ステップB5のYesルート、ステップB7のNoルート、ステップB10のNoルート及びステップB13のYesルートを通る各処理に相当し、BR-M3メッセージについては図23により上述したステップB3のNoルート、ステ

58

ップB5のYesルート、ステップB7のYesルート、図24により上述したステップC2のNoルート、ステップC3のNoルート、ステップC4のYesルート、ステップC21のYesルートを通る各処理に相当する。

【0238】これにより、ユーザパケットは図19に示すようにEN “4” 経由でローミング中の端末3aへ正しく転送され、EN “3” では、THA21bからのキャッシュ通知メッセージにより通知された「キャッシュ」をキャッシュテーブル44に登録する。その結果、EN “3” も、図19中に太実線矢印94で示すように、以降、THA21bに代わって端末3a宛のユーザパケットを「PCOA」でカプセル化してTHA21bを経由させることなく転送すること(ルート最適化)が可能となる。

【0239】つまり、端末3bから送信されたユーザパケットは、最終的に、図20に示すような経路を辿ってローミング中の端末3aに届くことになる。従って、パケットの転送遅延が最小限に抑制されるとともに、VHA/THAの処理負荷がENに分散されることになって大幅に軽減されることになる。特に、この場合は、従来のように、パケット転送ルートがTHAを経由するルートに制限されず、THAにパケットが集中することがないので、その効果は極めて大きい。

【0240】なお、上記のEN “4” での処理は、図25により前述したステップD3のNoルート、ステップD4のNoルート、ステップD7のNoルート、ステップD12のYesルートを通る各処理に相当する。さて、次に、図20に示すように、端末3aと端末3bとが通信を行なっている状態で、例えば図21に示すように、THA21bとは異なるTHA21aが収容するEN “5” の在圏ゾーンへ移動した場合を考える。

【0241】この場合、端末3aは、その移動によって、EN “5” から「ルータ広告」を受信するようになる。すると、端末3aは、その「ルータ広告」に含まれているENアドレスがそれまでに受信していたものと異なるために、位置が変わったことを認識する。また、THAアドレスについては、この例では、これまでと異なるアドレスを受信することとなる。

【0242】しかし、この場合は、ローミング先のパケット網2内の移動であるため、M3ネットワークアドレスはそれまでに受信していたものと同一である。従って、端末3aは、図18及び図22を用いて前述したように、最初のTHAアドレスのTHA21bへ位置登録を行なうことになり、位置登録先のTHAを切り替えることはしない。

【0243】ただし、THAは切り替ええないが、ENアドレスは変わっているため、「PCOA」は新しくなる。このため、端末3aは、この新しい「PCOA」を元のTHA21bに通知することになる(図21中の点線矢印95



参照)。なお、以上の端末3 aでの処理は、図22により前述したステップA2のNルート、ステップA3のNルート、ステップA6のYesルートを通る各処理に相当する。

【0244】一方、上記の新しい「PCOA」を受けたTHA21bは、自己がもつキャッシュテーブル44に登録されている該当「キャッシュ」を更新するとともに、更新した「キャッシュ」に対応する通信中ENアドレスデータ62bをDAとするキャッシュ更新メッセージを発行して、通信中EN「3」に通知する（図21中の点線矢印96参照）。

【0245】なお、以上の処理は、図24により前述したステップC2のYesルート、ステップC5のNルート、ステップC6のYesルート、ステップC8のYesルート、ステップC11のYesルート及びステップC12のNルートを通る各処理に相当する。これにより、EN「3」の「キャッシュ」がTHA21bから通知された「キャッシュ」に書き換えられる（図27のステップE6参照）。その結果、以降に到着した端末3 a宛のパケットをEN「3」が受信したときには、新しい「PCOA」でカプセル化（図25のステップD13参照）して送信することになり、端末3 a最新の移動先に正しく届けることができる。

【0246】なお、上述した実施形態では、パケット網1をホーム網とする端末3 aがパケット網2へローミングする場合について説明したが、勿論、パケット網2をホーム網とする端末3 aがパケット網1へローミングする場合も、上記と同様である。以上のように、本実施形態によれば、ENがVHA/THAで管理している「キャッシュ」を受けてその「キャッシュ」に基づきそのVHA/THAに代わって端末3宛のパケットルーティングを行なうので、端末3宛のパケットを、VHA/THAを経由せずに、直接、在圏ENに転送できることになり、高速ハンドオーバーとパケット転送ルートに制限の無いルート最適化が可能になる。

【0247】特に、本実施形態の場合は、通信中ENアドレスをキャッシュテーブル44において複数分保持できるようにしておくことで、1台の端末3に対して複数の通信中ENにVHA/THAによるルーティングを代替させるよう設定することができるので、従来のように特定のVHA/THAにパケットが集中するようなことがなく、VHA/THAの処理負荷をENに分散させてその負荷を大幅に軽減することが可能である。

【0248】また、ローミング中の端末3は、在圏ENからの「ルータ広告」に含まれるTHAアドレスが自己の移動に伴って変化してもM3ネットワークアドレスが変化していなければ、自身が同じローミング先の網2

(1)内に位置していると認識して、「COA（PCOA）」の通知（登録）先を、同じTHAに維持することができるので、従来のように移動に伴って位置登録先T

HAの切り替えが頻繁に発生することも防止でき、高速ハンドオーバー性をさらに向上することができる。

【0249】さらに、端末3による位置登録先THAが端末3の移動に関わらず上述のごとく同じTHAに維持される場合であっても、端末3のTHAに対する現在位置の更新登録に応じに必要な「キャッシュ」が通信中ENに逐次提供されて相互の同期がとられるので、通信中ENは、パケット転送ルートを、THAを経由しない新たな在圏ENに於けるルートに適切且つ迅速に変更することが可能である。従って、THAの処理負荷をさらに抑制しながら高速ハンドオーバーを実現することができる。

【0250】また、端末3宛のパケットを受信したENは、「キャッシュ」が無い場合にVHA/THAへ必要な「キャッシュ」を要求するので、どのENも、VHA/THAによるパケットルーティングを代替することができ、VHA/THAのパケットルーティングを代替するENが1箇所に固定されず、特定のENにパケットが集中してその負荷が増大することも無い。従って、この場合、ENとVHA/THAとの双方の負荷を軽減できることになる。

【0251】さらに、このとき、VHA/THAは、「キャッシュ」の要求を受けたENのみにキャッシュ情報を提供するもので、不要な「キャッシュ」の転送を防止することができ、網内のトラフィック量の増大を抑制することも可能である。また、VHA/THAは、キャッシュテーブル44に保持する「通信中ENアドレス」によって、「キャッシュ」を更新/削除すべきENを把握しておくので、新しいCOAの通知を受けた場合の該当通信中ENの「キャッシュ」を誤ることなく更新できる。従って、パケットルーティングの信頼性、つまり、通信品質を向上することができる。

【0252】さらに、通信中ENでは、端末3宛のパケットを受信する毎に、上記の「キャッシュ」のライフタイム（有効期限）をリフレッシュするので、通信中に「キャッシュ」の有効期限が切れて正常な通信を維持できなくなることを回避することができ、さらに、パケットルーティングの信頼性、つまり、通信品質を向上することができる。

【0253】また、通信中ENは、通信が終了して上記の「キャッシュ」の有効期限が切れると、当該「キャッシュ」を削除するとともに、その「キャッシュ」を受けたVHA/THAに対して該当「キャッシュ」の「通信中ENアドレス」の削除を要求し、この要求を受けたVHA/THAが、自己のキャッシュテーブル44で保持している該当「通信中ENアドレス」を削除するので、EN及びVHA/THAにおいて不要な情報をいつまでも保持しておくことがなく、それぞれに必要なメモリ容量などを削減して、その小型化を図ることができる。

【0254】(B)変形例の説明

上述した実施形態では、ローミング先において端末3が

61

移動してENアドレス及びTHAアドレスに変化があっても、原則として、M3ネットワークアドレスに変化が無い限り、それらの変化を無視して、最初に位置登録を行なったTHAに対してのみ位置登録を行なっているが、或る特定の条件（付加的条件）を満足した場合には、位置登録先のTHAの切り替えを行なうようにすることも可能である。なお、「THAの切り替え」とは、受信した「ルータ広告」に含まれるTHAアドレス、ENアドレスから新しく「VCOA」、「PCOA」を作成し、VHAにはホーム位置登録メッセージにより「VCOA」を、THAには在圏位置登録メッセージにより「PCOA」を送信して各COAを登録することを意味する。

【0255】以下では、その例について詳述する。ただし、以下の例では、例えば、図30に示すように端末3がM3v6ネットワーク1からローミング先の他網（M3v6他ネットワーク）2へ移動してゆく状態を想定する。なお、この図30において、端末3のホーム網1のアドレス（M3ネットワークアドレス）は、「100.50」、ローミング先のバケット網2のM3ネットワークアドレスは「200.50」、THA11a、11b、21a、21bのアドレスは、それぞれ順に、「10.1」、「20.1」、「30.1」、「40.1」、EN12（EN「1」、「2」、「5」～「8」）のアドレスは、それぞれ順に、「1.1」、「2.1」、「5.1」、「6.1」、「7.1」、「8.1」と仮定し、端末3のインタフェースIDは「3」と仮定する。

【0256】従って、図30中に示すように、EN12から端末3が受信する「ルータ広告」に含まれるENアドレスは、その移動に伴って、「1.1」→「1.1」→「2.1」→「5.1」→「6.1」→「7.1」→「8.1」と遷移してゆき、同じく、THAアドレスは「10.1」→「10.1」→「20.1」→「30.1」→「30.1」→「40.1」→「40.1」と遷移してゆく。

【0257】また、M3ネットワークアドレスは、「100.50」→「100.50」→「100.50」→「200.50」→「200.50」→「200.50」→「200.50」と遷移してゆく。そして、このような移動に伴って、端末3で作成する「PCOA」は、「1.3」→「1.3」→「2.3」→「5.3」→「6.3」→「7.3」→「8.3」と遷移してゆき、「VCOA」は、「10.3」→「10.3」→「30.3」→「30.3」→「40.3」→「40.3」と遷移してゆくことになる。

【0258】(B1)第1変形例（一定時間経過毎にTHAの切り替え判断を行なう場合）

かかる状況を前提として、本第1変形例の端末3では、例えば図31に示すように、バケット網2へローミングインした後、一定周期T毎に、THAアドレスが変化しているかを判断する。そして、一定周期T経過時にTHAアドレスが変化していれば、端末3は、そのときに初めて、位置登録先のTHAをTHA21aからTHA21bに切り替える。

62

【0259】即ち、この例では、端末3は、THAアドレスが変化した時点T1では、THAの切り替えは行なわず、一定周期T経過時点T2において、初めて、その時のENアドレス（＝「7.1」のプレフィックス部分（「7」）と自己のインタフェースID（＝「3」）との組み合わせにより、「PCOA」＝「7.3」を作成し、この「PCOA」をTHA21aではなくTHA21bへ通知する（点線矢印96参照）とともに、その時のTHAアドレス（＝「40.1」）のプレフィックス部分（「40」）と自己のインタフェースID（＝「3」）との組み合わせにより、「VCOA」＝「40.3」を作成して、この「VCOA」をホーム網1のVHA10へ通知するのである（点線矢印97参照）。

【0260】このような動作は、例えば端末3のルータ広告メッセージ処理部34Cの基本アルゴリズム（図22に示すステップA1～A8）に、図32に示すTHAアドレスチェックアルゴリズム（ステップA9～A13）及び図33に示すフラグ設定アルゴリズム（ステップA14～A18）を付加することで実現できる。即ち、この場合、図33に示すように、端末3では、現時刻情報（nowtime）を読み出し（ステップA14）、前回THAアドレスチェック時刻情報（oldtime）を読み出し（ステップA15）、これらの時刻情報の差分（nowtime-oldtime）が周期Tよりも大きいか否かをチェックする（ステップA16）。

【0261】そして、上記の各時刻情報の差分が時間情報（周期）Tよりも大きければ、一定周期Tが経過したことになるので、THAアドレスフラグチェックフラグを「on」とし（ステップA16のYesルートからステップA17）、前回THAアドレスチェック時刻情報（oldtime）を現時刻情報（nowtime）に更新して処理を終える（ステップA18）。なお、上記の各時刻情報の差分が時間情報T以下であるときは、そのまま処理は終了する（ステップA16のNoルート）。

【0262】以上の処理（一定周期カウントアルゴリズム）を端末3は繰り返して実行することにより、一定周期T経過毎にTHAアドレスチェックフラグを「on」に設定することになる。なお、上記の時刻情報（nowtime, oldtime）、時間情報T、THAアドレスチェックフラグは、それぞれ、情報格納レジスタ341に格納されるようにすればよい。

【0263】かかる状態で、端末3（ルータ広告メッセージ処理部34C）は、元のTHA21a宛の在圏位置登録メッセージを発行してTHA21aへ位置登録を行なうと（ステップA8）、続いて、THAアドレスチェックフラグが「on」になっているか否かをチェックし（ステップA9）、THAアドレスチェックフラグが「off」になっていなければ、その時点でTHAアドレスが変化していても、現THAアドレスは元のTHAアドレスとし（ステップA9のNoルートからステップA1

3)、THAアドレスチェックフラグを“off”に解除する(ステップA12)。

【0264】これに対し、THAアドレスチェックフラグが“on”になっていれば、次に、ルータ広告処理部34Cは、「ルータ広告」に含まれるTHAアドレスのプレフィックス部分が元のTHAアドレス(例えば、情報格納レジスタ341に格納される)のプレフィックス部分と一致するか否かをチェックし(ステップA9のYesルートからステップA10)、一致していれば、THAアドレスに変化が無いので、この場合も、現THAアドレスは元のTHAアドレスとし(ステップA10のYesルートからステップA13)、THAアドレスチェックフラグを“off”に解除する(ステップA12)。

【0265】一方、上記の各プレフィックス部分が一致していなければ、THAアドレスが変化しているのので、端末3(ルータ広告メッセージ処理部34C)は、上述のごとく「PCOA」を新しいTHAアドレスをもつTHA21bへ在圏位置登録メッセージにより通知するとともに、「VCOA」をホーム網1のVHA10へホーム位置登録メッセージにより通知して(ステップA10のNoルートからステップA11)、THAアドレスチェックフラグを“off”に解除する(ステップA12)。

【0266】つまり、本変形例では、ゲートノード識別情報監視手段としての機能を果たすルータ広告解析部342が、上記のフラグ設定アルゴリズム(ステップA14~A18)およびTHAアドレスチェックアルゴリズム(ステップA9~A13)を実行することにより、所定の付加的条件下においてTHAアドレスが変化した場合かを検知する条件付監視手段として構成されていることになる。

【0267】そして、この場合、現在位置通知手段としての機能を果たす位置登録メッセージ作成部343が、上記ルータ広告解析部342にて上記の付加的条件下におけるTHAアドレスの変化が検知されると、M3ネットワークアドレスに変化が無い場合であっても、変化後のTHAアドレスによって識別される新たなTHAに自己の現在位置情報(PCOA)を通知する条件付通知手段としての機能を有していることになる。

【0268】このように、本第1変形例の場合は、一定周期T経過時にTHAアドレスが変化しているという一定の条件を満足すると、位置登録先THAの切り替えを行なうので、例えば、位置登録先THAを維持することにより、端末3とTHAとの距離が長距離になってしまう場合などにおいて、最寄りのTHAが変化する毎に位置登録を行なう場合よりもその登録頻度を削減しながら、位置登録先THAの最適化、つまり、ハンドオーバー時間の最適化を有効に図ることができる。

【0269】(B2)第2変形例(非通信中にTHAの切り替え判断を行なう場合)

次に、上述したTHAの切り替え判断を、端末3の非通

信中に行なう場合について説明する。即ち、例えば図34に示すように、「ルータ広告」に含まれるTHAアドレスが「30.1」から「40.1」に変わった時点T3では、端末3は、まだ通信中であるため、THAの切り替えを行なわない。その後、非通信中となった後(時点T4の後)で、「ルータ広告」を受信すると、上記の例と同様にして端末3はTHAの切り替えを実行する(THA21bに「PCOA」を通知し、VHA10に「VCOA」を通知する)。

【0270】このような動作は、上記のTHAアドレスフラグチェックを“on”にする契機だけが異なっているため、図33に示すフラグ設定アルゴリズムに代えて、例えば図35に示すように、通信中でないときにのみ(ステップA19でNoと判定された場合にのみ)、THAアドレスチェックフラグを“on”にする(ステップA20)フラグ設定アルゴリズムを用いれば実現できる。なお、この図35に示すアルゴリズムは、図32に示すTHAアドレスチェックアルゴリズムとは独立に、(例えば周期的に)起動される。

【0271】このように、本第2変形例の場合は、位置登録先THAの切り替えが必ず端末3の非通信中であるときに実施されるので、通信中の切り替え発生による通信品質の劣化は生じない。従って、通信品質の劣化を防止しながら、ハンドオーバー時間の最適化を図ることができる。

(B3)第3変形例(非通信中にTHAの切り替え判断を行なう場合)

次に、上記のTHAの切り替え判断を、トラフィック量が所定のしきい値以下であるときに行なう場合について説明する。

【0272】即ち、例えば図36に示すように、端末3において、その通信トラフィック量を監視しておき、THAアドレスが変化してもその時のトラフィック量がしきい値を超えていなければ、THAの切り替え判断は行なわず(時点T5参照)、トラフィック量が所定のしきい値以下になって、初めてTHAの切り替え判断を行なう(時点T6参照)。

【0273】このような端末3の動作は、図33に示すフラグ設定アルゴリズムに代えて、例えば図37に示すように、監視したトラフィック量(例えば、情報格納レジスタ341に格納すればよい)を読み出し(ステップA21)、そのトラフィック量がしきい値以下であるときにのみ(ステップA22でYesと判定された場合にのみ)、THAアドレスチェックフラグを“on”にする(ステップA23)フラグ設定アルゴリズムを用いれば実現できる。なお、この図37に示すアルゴリズムも、図32に示すアルゴリズムとは独立に、(例えば周期的に)起動される。

【0274】このように、本第3変形例の場合は、位置登録先THAの切り替えが、必ず通信トラフィック量が

所定値以下であるときに実施されるので、通信への影響（通信帯域の圧迫等）を最小限に抑制しながら、ハンドオーバー時間の最適化を図ることができる。

(B4) 第4変形例（通信中トラフィックのタイプによってT H Aの切り替え判断を行なう場合）

次に、上記のT H Aの切り替え判断を、通信中トラフィックのタイプ（種別）によって行なう場合について説明する。

【0275】即ち、例えば図38に示すように、端末3が「http」、「VOIP」の2種のトラフィックタイプの通信を行なっており、「http」トラフィックが存在する間は、T H Aアドレスに変化があっても、T H Aの切り替え判断は行なわず（時点T7参照）、その後、「http」トラフィックが無くなり、「VOIP」トラフィックのみとなったときに、初めて、「ルータ広告」受信時のT H Aの切り替え判断を行なう（時点T8参照）。

【0276】このような端末3の動作は、図33に示すフラグ設定アルゴリズムに代えて、例えば図39に示すように、トラフィック種別を監視して情報格納レジスタ341等にその種別情報を格納するようにしておき、その種別情報を読み出し（ステップA24）、現在有効なトラフィック種別が「VOIP」のみのとき（ステップA25でYesと判定された場合）に、T H Aアドレスチェックフラグを「on」にする（ステップA26）フラグ設定アルゴリズムを用いれば実現できる。

【0277】なお、「VOIP」トラフィックであるか否かの判断は、受信バケットの「トラフィッククラス」フィールド712（図8参照）に設定されている値を参照することで行なわれる。また、この図39に示すアルゴリズムも、図32に示すT H Aアドレスチェックアルゴリズムとは独立に、（例えば周期的に）起動される。このように、本第4変形例の場合は、通信中のデータトラフィックタイプが「VOIP」という多少のパケットロスであれば許容できるデータトラフィックタイプであるときにのみ、位置登録先T H Aの切り替えが実施されるので、位置登録先T H Aの切り替えを行なっても許容範囲内の通信品質劣化で済み、ハンドオーバー時間は最適化することができる。

【0278】なお、「VOIP」以外にも、ハンドオーバーにより多少の通信品質劣化が許容されるトラフィックタイプがあれば、そのタイプの通信のみが行なわれる間に、位置登録先T H Aの切り替えを行なうことも、勿論、可能であり、同様の作用効果が得られる。

(B5) 第5変形例（端末3のアプリケーションが動作していないときにT H Aの切り替え判断を行なう場合）

次に、上記のT H Aの切り替え判断を、端末3のアプリケーションが動作していないときに行なう場合について説明する。

【0279】即ち、例えば図40に示すように、端末3において、アプリケーションの動作数を監視しておき、

動作中のアプリケーション数が「0」以外のときには、T H Aアドレスに変化があってもT H Aの切り替え判断は行なわず（時点T9参照）、動作中のアプリケーション数が「0」となっているときに初めて、「ルータ広告」受信時のT H Aの切り替え判断を行なう（時点T10参照）。

【0280】このような端末3の動作は、図33に示すアルゴリズムに代えて、例えば図41に示すように、監視したアプリケーション動作数情報を読み出し（ステップA27）、現在動作中のアプリケーション数が「0」であるとき（ステップA28でYesと判定された場合）にのみ、T H Aアドレスチェックフラグを「on」にする（ステップA29）フラグ設定アルゴリズムを用いれば実現できる。なお、この図41に示すアルゴリズムも、図32に示すT H Aアドレスチェックアルゴリズムとは独立に、（例えば周期的に）起動される。

【0281】このように、本第5変形例では、通信に使用するアプリケーションの使用状態を監視し、上記の付加的条件としてアプリケーションが未使用であるときにのみ、つまり、端末3自体の処理能力に余裕があるときに実施されるので、位置登録先T H Aの切り替えが行なわれるので、やはり、通信中の通信品質劣化を最小限に抑制しながら、ハンドオーバー時間の最適化を図ることができる。

【0282】上記の(B1)第1変形例～(B5)第5変形例により上述した各条件は適宜組み合わせ設定してもよい。即ち、上記の一定周期、非通信中、通信トラフィック量、データトラフィックタイプ、アプリケーションの使用状態の各条件のうち、任意の条件の組み合わせによって特定される時期（組み合わせ条件下）においてT H Aアドレスが変化している場合にのみ、位置登録先T H Aの切り替えを実施するようにしてもよい。

【0283】例えば、一定周期T経過時に端末が非通信中であるときや、特定のデータトラフィックタイプの通信中にそのトラフィック量が所定値以下であるとき等においてのみ、位置登録先T H Aの切り替えを実施するようにすることが可能である。いずれの場合も、より有効にハンドオーバーによる通信品質の劣化を抑制することが可能になる。

【0284】(C) その他

なお、上述した実施形態では、ENが「キャッシュ」を要求する相手（V H A/T H A）のアドレスを知らない場合を想定したものであるが、例えばアドレスの割り当てが正確に階層化されているような場合には、ENが、受信バケットのアドレス領域の上位数値と、ある特定のインタフェースIDとを組み合わせで宛先アドレス決定する方法も考えられる。

【0285】また、別の方法として、V H A/T H AのアドレスをENが予め知っている場合には、そのアドレスをBR-M3メッセージのアドレスとして送信しても良

い。

# (D) 第 2 実施形態の説明

図 42 は本発明の第 2 実施形態に係るパケット網の構成を示すブロック図で、この図 42 に示すパケット網 1' は、「MIPv6」に準拠する網で、複数のノード（ルーティングノード）から成り、そのうちの特定ノードが移動端末（MN；Mobile Node）3' の位置管理機能を有するホームエージェントノード（HA）10' として構成されたとともに、他のノードがルータ（R）13'（この図 42 では、「R1」～「R5」の 5 台を図示している）として構成されている。

【0286】そして、この場合も、MN3' は、最寄りのルータ（在圏ノード）13' から受信されるルータ広告（RA）に含まれる当該ルータ 13' の IP アドレスに基づく現在位置情報（COA）を作成して HA10' に通知することにより、逐次、HA10' に対して位置登録を行なうようになっており、これにより、HA10' は、常に、MN3' 宛の受信パケットを MN3' の現在位置に対応する在圏ノード 13' へ正しくルーティング（ハンドオーバー）することができ、MN 移動中の正常なモバイル IP 通信（音声、データ通信を含む）を可能にしている。なお、この図 42 には図示していないが、ルータ 13' に接続して MN3' と通信しうる相手端末には、他の MN3' だけでなく固定端末も含まれる。

【0287】具体的に、上記の HA10' は、MN3' から上記の COA の通知（位置登録）を受けることにより、その MN3' の COA を結合（バインディング）キャッシュ（Binding Cache）と呼ばれる情報の一部として管理するとともに、到着（受信）した MN3' 宛のパケットが示す宛先アドレス（DA）に対応する「COA」を本「キャッシュ」において検索し、該当「COA」でカプセル化して転送（ルーティング）する機能を有するものである。

【0288】また、各ルータ 13' は、それぞれ、在圏ゾーンに位置する MN3' と無線回線にて通信することにより、その MN3' との間でパケットの送受を行なえるもので、受信パケットに付与されている宛先アドレス（DA）に基づいてその受信パケットを次ホップ先（他ルータ 13' もしくは MN3'）へルーティングする機能を有している。なお、以下では、HA10' 及び MN3' を、第 1 実施形態と同様に、それぞれ、HA 及び MN と符号を省略して表記する場合がある。

【0289】そして、上記の HA10' 及びルータ 13' は、それぞれ、その要部に着目すると、例えば図 43 に示すように、入力処理部 41、パケット種別識別部 42A、結合（バインディング）キャッシュ（Binding Cache）検索部 43A、結合（バインディング）キャッシュ（Binding Cache）テーブル 44A、カプセル化処理部 45、ルータ処理部 46（ルーティングテーブル 46a、出力路決定部 46b）、出力処理部 48、タイマ

処理部 49A 及び制御メッセージ処理部 50A をそなえて構成されている。

【0290】ここで、上記の入力処理部 41 は、図 2 に示すものと同様に、到着（受信）パケットの IP レイヤ以下の処理を行なうためのもので、例えば、イーサネットであれば自ノード宛の MAC（Media Access Control）アドレスが付与されたパケットを取り込んで、そのパケットのフレーム自体の正常性をチェックする処理を行なう機能を装備するものである。

【0291】また、パケット種別識別部 42A は、この入力処理部 41 で受信された正常なパケットの種別（主に、自ノード宛のメッセージか他ノード宛のメッセージか）を、その宛先アドレス（DA）を参照して識別するためのもので、ここでは、自ノード宛のメッセージ（パケット）であれば制御メッセージ処理部 50A へ、他ノード宛のメッセージであれば、バインディングキャッシュ検索部 43A へそれぞれ転送されるようになってい

る。

【0292】さらに、図 43 において、結合（バインディング）キャッシュテーブル（以下、単に「キャッシュテーブル」という）44A は、本実施形態においても、基本的に、「MIPv6」ベースで作成される「キャッシュ」を MN3' のホームアドレス（MN ホームアドレス）別にテーブル形式のデータとして保持するもので、例えば、RAM やレジスタ等の所要の記憶デバイスによって構成される。

【0293】ここで、このキャッシュテーブル 44A には、この場合も、基本的に、「COA」（128 ビット），“lifetime”（32 ビット），“Home registration flag”（1 ビット），“router flag”（1 ビット），“prefix length”（7 ビット），“Sequence Number”（16 ビット），“Recent Usage Information”（1 ビット），“last BR time”（128 ビット）等のキャッシュデータが保持されるが、HA においては、例えば図 44（B）に示すように、MN ホームアドレス毎に、「現在の COA」とその有効期限を表す“lifetime”に加えて、MN の「通信開始時（過去）の COA」とその有効期限を表す“lifetime2”も保持されるようになっている。

【0294】つまり、本実施形態のキャッシュテーブル 44A は、MN の移動に伴う複数の COA（「現在の COA」及び「通信開始時の COA」）を保持する位置情報保持部 44A-1 としての機能と、少なくとも「通信開始時の COA」の有効期限に関する情報（“lifetime2”）を記憶する有効期限情報記憶部 44A-2 としての機能を果たしていることになる。

【0295】ここで、例えば、図 44（A）に模式的に示すように、HA の通信エリア（在圏ゾーン）100' に存在する MN が、ルータ「R1」の在圏ゾーン 13'-2、ルータ「R2」の在圏ゾーン 13'-1 の順に移動する場合（点線矢印 97 参照）を想定する。なお、各

ノードのIPアドレスを、第1実施形態での表記法と同様に、x(ネットワークID)・y(MNのインタフェースID)と表記することにして、HAのネットワークIDを“144”、ルータ「R2」のネットワークIDを“211”、ルータ「R1」のネットワークIDを“112”とすると、HAのアドレスは“144.y”、ルータ「R2」のアドレスは“211.y”、ルータ「R1」のアドレスは“112.y”と表される。

【0296】そして、MNのインタフェースID(MNに固有の識別子)を“50”とすると、MNは、ルータ「R1」の在圏ゾーン13'-2に移動してルータ「R1」に接続したときに、COA=“112.50”を作成してHAに通知(位置登録)する。なお、この時点では、キャッシュテーブル44Aに「通信開始時のCOA」は登録されない。

【0297】その後、MNがルータ「R1」に接続した状態で通信を開始すると(つまり、HAでMN宛のパケットが受信されると)、HAは、受信パケットの「トラフィック種別」を判断し、受信パケットがデータパケットであればそのときの「現在のCOA」及び“lifetime1”をコピーして、「通信開始時のCOA」及び“lifetime2”としてキャッシュテーブル44Aに登録する。

【0298】かかる状態で、MNがさらに移動し、ルータ「R2」に接続すると、MNは新しいCOA=“211.50”を作成してHAに通知し、HAでは「現在のCOA」=「現在のCOA」を“112.50”から“211.50”に書き換える。なお、この際、「通信開始時のCOA」は変更されない(“112.50”のままである)。ここまでの状態で、HAのキャッシュテーブル44Aに、図44(B)に示す登録内容をもつことになる。つまり、HAのキャッシュテーブル44Aに、図4(B)に示すように、「現在のCOA」として“211.50”が保持され、「通信開始時のCOA」として“112.50”が保持されることになる。

【0299】なお、上記の“lifetime1”及び“lifetime2”は、いずれも、対応するCOA宛のパケットを受信しない間、定期的に減算され、最終的にその値が“0”になると(つまり、有効期限が切れると)、対応するCOA(キャッシュ)が削除される。ただし、対応するCOA宛のパケットを受信している間は、そのCOAを維持する必要があるため、パケット受信毎に“lifetime2”は“0”にならないよう予め決められた初期値等にリフレッシュ(更新)される。“lifetime1”の更新契機は、第1実施形態と同様である。これらの有効期限の更新はタイマ処理部49Aによって実施される。

【0300】次に、バインディングキャッシュ検索部(以下、単に「キャッシュ検索部」ともいう)43Aは、入力パケットのIPヘッダ70(図7参照)に含まれる宛先アドレスを検索キーとして、上記のキャッシュテーブル44Aを検索してカプセル化処理部45でのカ

プセル化に必要な情報(COA等)を取得することができるものである。

【0301】ただし、本実施形態のHAにおけるキャッシュ検索部43Aは、主として、次のような各機能を兼ね備えている。

①受信パケットの種別(例えば、トラフィック種別)を識別するトラフィック(パケット)種別識別部431としての機能

②「現在のCOA」及び“lifetime2”をそれぞれコピーして、「通信開始時のCOA」及び“lifetime2”としてキャッシュテーブル44Aに登録しうるコピー登録部432としての機能

③このトラフィック種別識別部431による識別結果(受信パケットのトラフィック種別)に応じて、キャッシュテーブル44Aにおける上記の「現在のCOA」及び「通信開始時のCOA」のいずれか一方を、カプセル化処理部45でのカプセル化に使用するCOAとして選択するCOA選択部(選択手段)433としての機能

ここで、上記の「トラフィック種別」の例としては、①或る程度のパケットロスが許容される特性をもつ音声パケット[例えば、VOIP(Voice Over Internet Protocol)パケット]や②或る程度のパケット転送遅延が許容される特性をもつデータパケット[例えば、http(hyper text transfer protocol)データパケットやftp(file transfer protocol)データパケット等]があり、これらはIPヘッダ70(標準ヘッダ71;図7参照)に含まれるtos(タイプ・オブ・サービス)フィールド【「トラフィッククラス」フィールド712(図8参照)】の値をそれぞれについて定義しておくことで識別することが可能である。なお、このように、「トラフィック種別」の識別にtos値を用いるのが、最も簡便な手法であり、HAの小小型化も期待できる。

【0302】具体的には、例えば、音声パケットは図45に示すようなフォーマットを有しており、ftpデータパケットは図46に示すようなフォーマットを有しているが、これらの図45及び図46において、「トラフィッククラス」フィールド712に、それぞれ音声パケット及びftpデータパケットを表す値を設定しておけば、これらのパケットの「トラフィック種別」(以下、「パケット種別」ともいう)をトラフィック種別識別部431において識別できることになる。

【0303】つまり、この場合のトラフィック種別識別部431は、受信パケットの「トラフィック種別」が少なくともパケットロスや許容する特性をもつトラフィック種別及びパケット転送遅延を許容する特性をもつトラフィック種別のいずれであるかを識別するパケットロス/転送遅延特性識別部としての機能することになる。

【0304】なお、上記の「トラフィッククラス」フィールド712の値(tos値)は、例えば、MNと網管理者との間で予め取り決めを交わしておき、MNがパケッ

トを生成するときにその取り決めに従ってMN側で設定してもよいし、予め網管理者と取り決めを交わしておき、パケットが流入してくる網1'の入口(エッジルータ)にポリシー制御機能を導入し、そのルータにおいて、全受信パケットにつき、送信元アドレス(SA)、宛先アドレス(DA)、使用プロトコル、送信(発信)元ポート番号、宛先ポート番号をチェックして「トラフィック種別」を識別し、tos値をその識別結果に応じた適切な値(トラフィック識別情報)に書き換えた(設定した)上で網1'内(HA宛)にパケットを転送(ルーティング)するようによい。

【0305】後者の場合には、MNにおいて送信パケットのtos値を独自にセットする必要が無く、HAは、受信パケットに上記エッジルータにて設定し直されたtos値に基づいて「トラフィック種別」の識別が可能となるので、MNの処理能力に余裕をもたせることが可能である。なお、エッジルータでの「トラフィック種別」の識別結果は、勿論、パケットの「トラフィッククラス」フィールド712以外の部分に設定するようによい。

【0306】また、図45及び図46において、上記の「送信元アドレス(SA)」はSAフィールド717に表示され、「宛先アドレス(DA)」はDAフィールド718に表示され、「使用プロトコル」は「ネクストヘッダ」フィールド(プロトコルフィールド)715に表示(例えば、TCP(Transmission Control Protocol)なら「6」、UDP(User Datagram Protocol)なら「17」等)される。

【0307】同様に、「送信元ポート番号」はTCPヘッダ74又はUDPヘッダ76の発信元ポート番号フィールド761に表示され、「宛先ポート番号」は同じくTCPヘッダ74又はUDPヘッダ76の宛先ポート番号フィールド762に表示される。なお、このように網1'の入口(エッジルータ)にポリシー制御機能を導入しない場合は、例えば、VOIPを使用する音声パケットは、通常、IPの上位レイヤにRTP(Real-time Transport Protocol)を用いるので、RTPヘッダ77(図45参照)を検出することにより、受信パケットが音声パケットであることを識別できる。

【0308】ここで、RTPの音声符号化の種別は、ペイロードタイプフィールド771に表示され、図45には、音声パケットの一例として、ペイロード80(24バイト)に格納される音声データの音声符号化にG.723(dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3kbit/s)(ペイロードタイプ=4)を用いた場合のパケットフォーマットを示している。

【0309】また、受信パケットの「トラフィック種別」は、MN側で使用するアプリケーションによって使用ポート番号が異なる場合には、上記のポート番号フィ

ールド761、762に表示されている値から識別することもできる。さらに、上記のプロトコルフィールド715には、上位アプリケーションの種別が表示されているので、その値により受信パケットの「トラフィック種別」を識別することもでき、また、音声パケット等のリアルタイムトラフィックには通常パケット長という特徴があるので、パケット長(「ペイロード長」フィールド714)の値から「トラフィック種別」を識別することも可能である。

10 【0310】さらに、「IPv4」のパケットであれば、そのヘッダに含まれる識別子(Identification)フィールドの値を「トラフィック種別」の識別に使用することも可能である。そして、HAにおけるキャッシュ検索部43Aは、相手(宛先)MNの現在位置を知らないためにMNホームアドレスを宛先アドレス(DA)として送信されたパケットを当該MNホームアドレスを検索キーとして上記のキャッシュテーブル44Aを検索し、カプセル化処理部45でのカプセル化に用いるCOAとして、上述したごとくトラフィック種別識別部431によって

20 識別される「トラフィック種別」に応じてCOA選択部433が「現在のCOA」及び「通信開始時のCOA」のいずれかを選択的に取得することになる。

【0311】即ち、本実施形態のCOA選択部433は、例えば、受信パケットが或る程度のパケットロス率を許容する特性をもつ音声(VOIP)パケットである場合、キャッシュ検索部43Aは、キャッシュテーブル44Aを検索して、受信パケットのMNホームアドレスに対応する「現在のCOA」を選択する一方、受信パケットが或る程度のパケット転送遅延を許容する特性をもつデータパケットである場合は、MNホームアドレスに対応する「通信開始時のCOA」(ただし、登録されていれば)を選択する端末位置情報選択部として機能するようになっているのである。

【0312】次に、カプセル化処理部45は、COA選択部433で選択されたCOAを用いてキャッシュ検索部43Aから転送されてくる受信パケットをカプセル化するものであり、ルータ処理部46(ルーティングテーブル46a、出力方路決定部46b)、出力処理部48は、図2により前述したものとそれぞれ同様の機能を有するもので、出力方路決定部46bが、ルーティングテーブル46aを検索して、出力すべき物理インタフェースや下位レイヤでの宛先アドレス等を決定し、出力処理部48が、例えば、イーサネットの場合にはイーサネットフレームに必要なフレームチェックシーケンス符号を付けて、パケット(フレーム)送出を行なうようになって

【0313】従って、本実施形態のカプセル化処理部45では、COA選択部433で選択されたCOAを用いてキャッシュ検索部43Aから転送されてくる受信パケットをカプセル化することになり、ルータ処理部46で

は、出力路決定部46bが、このようにカプセル化されたパケット(トンネルパケット)のヘッダ(カプセルヘッダ)の宛先情報(「現在のCOA」又は「通信開始時のCOA」)に基づいてルーティングテーブル46aのルーティング情報を検索して当該トンネルパケットの出力インタフェースを決定して、決定した出力インタフェースへ当該トンネルパケットを出力することになる。

【0314】つまり、本実施形態のルータ処理部46は、COA選択部43で選択されたCOAに基づいて受信パケットをルーティングするルーティング手段として機能することになる。これにより、音声パケットについては、例えば図47に模式的に示すように、MNから結合更新(Binding Update)メッセージにより登録(点線矢印23a参照)される「現在のCOA」、つまり、MNの最新のCOA(COA2=211.50)でカプセル化されるルーティングされることになるので、MNが現在接続しているルータ「R2」までのパケット転送ルートが最適化されて(実線矢印22, 23参照)パケット転送遅延が最小となる。

【0315】一方、データパケットの場合は、「通信開始時のCOA」(COA1=112.50)でカプセル化されてルーティングされることになるので、例えば図48に模式的に示すように、MNが通信継続中は通信開始時に接続していたルータ(以下、旧ルータという)「R1」に対して「スームスハンドオフ指示」を発行して旧ルータ「R1」に「現在のCOA」(COA2=211.50)を登録する(点線矢印24参照)ことにより旧ルータ「R1」からのパスを現在接続しているルータ「R2」まで伸ばしておく(実線矢印26参照)ことで、HAから旧ルータ「R1」までのパケット転送ルートは維持される(実線矢印25参照)ことになり、HAでパケット転送先をルータ「R1」から「R2」に切り替える場合(図47の場合)に比して、パケットロスを最小限に抑制することが可能となる。

【0316】このように、本実施形態のHAは、受信パケットの「トラフィック種別」に応じて、受信パケットのカプセル化に用いるCOAを使い分けることにより、MNに対するハンドオーバーの仕組み(方法)を変える(切り替える)ことができるようになっているのである。なお、以下では、上記の各ハンドオーバー方法のうち、前者(VOIPパケットについてのハンドオーバー方法を第1のハンドオーバー方法、後者(データパケットについてのハンドオーバー方法)を第2のハンドオーバー方法)ということがある。

【0317】次に、図43において、タイマ処理部49Aは、上述したキャッシュテーブル44Aにおける“lifetime1”、“lifetime2”を更新する機能、即ち、入力処理部41でMNホームアドレスを宛先アドレス(DA)とするパケットが受信されない間は“lifetime1”、“lifetime2”をそれぞれデクリメントし、パケットが

受信されている間は“lifetime1”、“lifetime2”が切れない(“0”にならない)ように更新(リフレッシュ)する有効期限リフレッシュ部491としての機能を有するとともに、“lifetime1”、“lifetime2”が切れたときに、該当COAを削除するCOA(端末位置情報)削除部492としての機能を有するものである。

【0318】また、制御メッセージ処理部50Aは、パケット種別識別部42Aにおいて自ノード宛のメッセージであると識別された(制御)メッセージを受けて、そのメッセージを処理するためのものである。このため、本制御メッセージ処理部50Aには、図43中に示すように、メッセージ種別判定部51A、モバイルメッセージ処理部52A、ルーティングメッセージ処理部53及びルータ広告メッセージ(RA)処理部54が設けられている。

【0319】ここで、上記のメッセージ種別判定部51Aは、受信制御メッセージの種別を判定(識別)するためのもので、モバイルメッセージ(結合更新/応答メッセージ)とそれ以外のルーティングメッセージとを判別して、モバイルメッセージについてはモバイルメッセージ処理部52Aへ、ルーティングメッセージについてはルーティングメッセージ処理部53へそれぞれ振り分けられるようになっている。

【0320】また、モバイルメッセージ処理部52Aは、受信したモバイルメッセージの種別を判定(解析)してそのメッセージ内容に応じた処理(キャッシュテーブル44Aへの情報登録や削除)を行なうためのもので、本実施形態では、そのメッセージ種別として、主に、①前記の結合更新(Binding Update)オプションを用いた結合更新(Binding Update)メッセージ[位置登録メッセージ(スームスハンドオフ指示メッセージ)]、②前記の結合応答(Binding Acknowledgement)メッセージ[位置登録応答メッセージ]等がある。ただし、前者①のメッセージはMNからHA(旧ルータ13')宛に送信されるメッセージであり、後者②のメッセージは、HA(旧ルータ13')から位置登録メッセージ送信元のMN宛に送信されるメッセージである。

【0321】そして、具体的に、このモバイルメッセージ処理部52Aは、MNからの位置登録メッセージ(スームスハンドオフ指示メッセージ)を受信すると、そのメッセージに含まれるCOAを「現在(最新)のCOA」として前記のキャッシュテーブル44Aの該当領域(MNホームアドレスに対応する領域)に登録(更新)するようになっている。

【0322】ただし、HAにおけるモバイルメッセージ処理部52Aは、受信パケットがデータパケットである場合に、「通信開始時のCOA」がキャッシュテーブル44Aに未だ登録されていない場合には、その時の「現



在のCOA)及び“lifetime1”をコピーして「通信開始時のCOA」及び“lifetime2”として登録することができるようにもなっている。

【0323】つまり、図43において、キャッシュテーブル44A、タイマ処理部49A及びモバイルメッセージ処理部52Aから成る部分は、MNの移動に伴う複数のCOA(端末位置情報)を管理する端末位置管理手段として機能するのである。なお、図43に示すルーティング処理部53及びRA処理部54は、それぞれ、図2により前述したものと同様のものであり、RIP(Routing Information Protocol)等のルーティングメッセージについての処理(例えば、網構成の変更等に伴うルーティング情報の更新等)がルーティングメッセージ処理部53によって実施され、在圏MNに対するルータ広告がルータ広告メッセージ処理部54によって発行されるようになっている。

【0324】以下、上述のごとく構成された本第2実施形態の「パケット網1'」におけるハンドオーバー方法(HAの動作)について詳述する。ただし、以下では、説明の便宜上、受信パケットの「トラフィック種別」の識別に、前記のtos値を用いることを前提とする(例えば、tos=0で音声(VOIP)パケット、tos=1でデータパケットを表すものとする)。

【0325】まず、HAでは、図50に示すように、パケットが入力処理部41において受信されると(ステップH1)、その受信パケットの正常性がチェックされたのち、パケット種別識別部42Aにおいて受信パケットが制御メッセージであるか否かが判定される(ステップH2、H3)。その結果、受信パケットが制御メッセージであれば、その制御メッセージは、制御メッセージ処理部50Aのメッセージ種別判定部51Aに転送され、メッセージ種別判定部51Aにおいて、さらに、その制御メッセージがモバイルメッセージ(結合更新/応答メッセージ)であるか否かが判定される(ステップH3のYesルートからステップH4、H5)。

【0326】この結果、受信制御メッセージがモバイルメッセージであれば、そのモバイルメッセージはモバイルメッセージ処理部52Aへ転送され、モバイルメッセージ処理部52Aは、受信モバイルメッセージが結合更新メッセージ(つまり、位置登録メッセージ)であれば、そのメッセージに含まれるCOAがMNの「現在のCOA」としてキャッシュテーブル44Aの該当領域に登録される(ステップH5のYesルートからステップH7)。なお、受信モバイルメッセージが結合応答メッセージであった場合、モバイルメッセージ処理部52Aは、そのメッセージ内容を解析して必要に応じて内部パラメータの変更等を行なう。

【0327】ところで、パケット種別識別部42Aにおいて、受信パケットが制御メッセージでないか判定された場合(ステップH3でNoと判定された場合)、その

受信パケットはキャッシュ検索部43Aに転送され、図51に示すように、キャッシュ検索部43Aは、受信パケットの宛先アドレス(MNホームアドレス)を検索キーとしてキャッシュテーブル44Aを検索し、MNホームアドレスに対応するCOA(「現在のCOA」及び「通信開始時のCOA」)を取得する(ステップH8)。

【0328】さらに、キャッシュ検索部43A(トラフィック種別識別部431)は、パケット種別識別部42Aから転送されてきたパケットのtos値をチェックすることにより、そのパケット種別(音声パケットかデータパケットか)を識別(判定)する(ステップH9、H10)。この結果、tos値が“0”で受信パケットが音声(VOIP)パケットであった場合(ステップH10でYesの場合)、キャッシュ検索部43Aは、COA選択部433によって、カプセル化に使用するCOAとして上記のステップH8で取得したCOAのうち「現在のCOA」を選択する(ステップH11)。

【0329】これに対し、tos値が“1”で受信パケットが(f t p)データパケットであった場合(ステップH10でNoの場合)、キャッシュ検索部43Aは、上記のステップH8で取得したCOAに「通信開始時のCOA」が含まれている(つまり、キャッシュテーブル44Aに「通信開始時のCOA」が既に登録されている)か否かをチェックする(ステップH12)。

【0330】その結果、未だ「通信開始時のCOA」が登録されていないれば(ステップH12でNoであれば)、上記受信パケットがMN宛の第1パケットである、即ち、この時点が「通信開始時」であることを意味するので、キャッシュ検索部43Aは、COA選択部433によって、上記第1パケットのカプセル化に使用するCOAとしてこの時点では「現在のCOA」を選択したのち(ステップH13)、コピー登録部432によって、その「現在のCOA」及び“lifetime1”をコピーして「通信開始時のCOA」及び“lifetime2”としてキャッシュテーブル44Aの該当領域に登録する(ステップH14)。

【0331】以降は、キャッシュテーブル44Aに「通信開始時のCOA」が登録されているので、同じMN宛の受信パケット(第2パケット以降)については、カプセル化に使用するCOAとして、「通信開始時のCOA」が選択されることになる(ステップH12のYesルートからステップH15)。なお、この際、通信中に「通信開始時のCOA」が有効期限切れになり削除されてしまわぬように、“lifetime2”がタイマ処理部49A(有効期限リフレッシュ部491)によってリフレッシュされる(ステップH16)。

【0332】さて、上述のごとくステップH11、H13又はH15においてキャッシュ検索部43A(COA選択部433)によって選択された「現在のCOA」又

は「通信開始時のCOA」は、受信パケットとともにカプセル化処理部45へ転送され、カプセル化処理部45は、そのCOAで受信パケットをカプセル化してルータ処理部46へ転送する(ステップH17)。

【0333】これにより、カプセル化されたパケット(トンネルパケット)は、出力路決定部46bにおいて、ルーティングテーブル46aのルーティング情報に基づいてその出力インタフェースが決定されたのち、出力処理部48を通じて決定した出力インタフェースへ送信される(ステップH18)。即ち、VOIPパケットは「現在のCOA」に該当するルータ(MNが現在接続しているルータ)13'へ向けてルーティングされ、データパケット(第2パケット以降)は「通信開始時のCOA」に該当する旧ルータ13'へルーティングされることになる。

【0334】以上のようなHAでの動作を前提とすることにより、例えば図49(A)に示すように、MNが相手端末CN(Responding Node)とルータ「R3」、HA、ルータ「R1」経由で音声通話している(このとき、HAは音声パケットを「現在のCOA」(112.50)宛にカプセル化して転送している)状態(実線矢印2、2、3'参照)で、MNが通信を継続しながらルータ「R2」の在圏ゾーンへ移動したとすると(矢印27参照)、HAはMNから登録された最新のCOA(211.50)で相手端末CNからの音声パケットをカプセル化して転送する(第1のハンドオーバー方法を実行することになる(実線矢印23参照))。

【0335】一方、例えば図49(B)に示すように、MNが相手端末CN(Responding Node)とルータ「R3」、HA、ルータ「R1」経由でデータ通信している(このとき、HAはデータパケットを「現在のCOA」(112.50)宛にカプセル化して転送している)状態(実線矢印22参照)で、MNがデータ通信を継続しながらルータ「R2」の在圏ゾーンへ移動したとすると(矢印28参照)、HAは「通信開始時のCOA」(112.50)で相手端末CNからのデータパケットを引き続きカプセル化して転送する(第2のハンドオーバー方法を実行することになる(実線矢印25参照))。

【0336】この場合、MNがルータ「R2」の在圏ゾーンに移動した時点で、MNの「スームスハンドオフ指示」により旧ルータ「R1」に「現在のCOA」(211.50)が登録される(点線矢印24参照)ので、旧ルータ「R1」は、HAから「通信開始時のCOA」(112.50)宛に送られてきたパケットを「スームスハンドオフ指示」により登録されたCOA(211.50)で再カプセル化(スームスハンドオフ)して、MNが現在接続しているルータ「R2」へ転送する(実線矢印26参照)。

【0337】なお、「スームスハンドオフ指示」を受けることによりスームスハンドオフを実行するルータ(ノード)13'のことを「アンカーポイント」という。こ

の「アンカーポイント」は、MNの通信が一旦終了した場合は解除され(「スームスハンドオフ指示」によりMNから登録されたCOAが削除され)、次にMNが通信を開始して「スームスハンドオフ指示」を新たに発行したルータ13'が新たな「アンカーポイント」となる。

【0338】以上のように、本実施形態によれば、HAにおいて、MNの移動に伴う複数のCOA(現在のCOA及び通信開始時のCOA)を管理しておき、MN宛のパケット種別を識別し、識別したパケット種別に於て上記のCOAのいずれかを選択(つまり、カプセル化ヘッダの宛先を変更)して、そのCOAに基づいて受信パケットをルーティングすることにより、受信パケットの種別に於てハンドオーバー方法を切り替えることができるので、ユーザが要求する複数種類の通信サービス品質(QoS: Quality of Service)を満足する通信を柔軟に実現でき、常にユーザの要求に最適なハンドオーバー方法を提供してQoSを大幅に向上させることが可能である。

【0339】特に、本実施形態では、HAにおいて、受信パケットが音声パケットであればMNの「現在のCOA」を選択することにより、パケット転送遅延を最小限に抑制したハンドオーバーを実施することができ、受信パケットがデータパケットであれば、MNの「通信開始時のCOA」を選択することにより、パケットロスを最小限に抑制したハンドオーバーを実施することができるので、MNのユーザが利用する音声通話サービス、データ通信サービス等に応じた最適なハンドオーバー方法を提供することができるのである。

【0340】また、本実施形態のHAでは、「通信開始時のCOA」の「lifetime2」を記憶しておき、MN宛の受信パケットを受信する毎にその「lifetime2」をタイマ処理部49(有効期限リフレッシュ部49.1)がリフレッシュするので、データパケット通信継続中に「通信開始時のCOA」が無効になることを防止することができ、当該データパケット通信の信頼性も向上している。

【0341】さらに、上記のタイマ処理部49は、「通信開始時のCOA」の「lifetime2」が切れると、その「通信開始時のCOA」を位置情報削除部49.2が削除するので、「通信開始時のCOA」の記憶に必要な記憶容量を最小限に抑制して、HAの小型化にも大きく寄与している。また、本実施形態のMNは、データパケットを受信している間、通信開始時に接続していたルータ13'(アンカーポイント)に対して「スームスハンドオフ指示」を発行するので、「スームスハンドオフ指示」を受けたルータ13'からMNが現在接続しているルータ13'まで通信パス(パケット転送ルート)を伸ばしておくことができ、ハンドオーバーに伴うパケットロスを最小限に抑制することが可能である。

【0342】(D1)第2実施形態の第1変形例の説明

さて、上述した第2実施形態では、「通信開始時のCOA」をパケットの宛先(MNホームアドレス)毎でしか管理していないので、同一宛先のデータパケットに対しては、全て、同一の転送ルートとなるようにHAにてカプセル化が行なわれることになる。

【0343】このため、例えば、MN宛にある発信者が既にデータパケットの送信を行なっている状態で、別の発信者がMN宛にデータパケットを新たに送信しはじめると、MNが別のルータ13'の在圏ゾーンに移動した場合でも、そのデータパケットは、既存の発信者が送信したデータパケットのカプセル化に使用したものと同じ「通信開始時のCOA」でカプセル化されてしまい、既存の発信者が送信したデータパケットのパケット転送ルート(スムースハンドオフによるルート)と全く同じルートで転送されるという非効率な事態が生じる。

【0344】そこで、本変形例では、宛先(MNホームアドレス)毎に加えて、受信パケットの発信元(送信元アドレス:SA)毎にも「通信開始時のCOA」を管理することにより、発信元毎にデータパケットのパケット転送ルートを変えられるようにして、発信者毎に、常に最短のアンカーポイント[スムースハンドオフによるパケット転送を行なうルータ(ノード)]をとることができるようにする。

【0345】これは、例えば図52(B)に示すように、キャッシュテーブル44Aを、MNホームアドレス毎に「現在のCOA」、その有効期限を示す「lifetime1」及びMNホームアドレスを一意に表すIDの組が登録・管理されるキャッシュテーブル441(Binding Cache1)と、上記IDと受信パケットの送信元アドレス

(SA)との組み合わせ毎に「通信開始時のCOA」及びその有効期限を示す「lifetime2」の組が登録・管理されるキャッシュテーブル442(Binding Cache2)とにより構成することで実現できる。

【0346】そして、本変形例においても、図44(A)と同様に、HAのネットワークIDを「144」、ルータ「R2」のネットワークIDを「211」、ルータ「R1」のネットワークIDを「112」とすると、HAのアドレスは「144.y」、ルータ「R2」のアドレスは「211.y」、ルータ「R1」のアドレスは「112.y」と表され、MNのインタフェースIDを「50」とすると、MNは、ルータ「R1」の在圏ゾーン13'-2に位置する時はCOA=「112.50」、ルータ「R2」の在圏ゾーン13'-1に位置する時はCOA=「211.50」を作成して、それぞれ、HAに通知(位置登録)することになる。

【0347】従って、仮に、MNがルータ「R1」の在圏ゾーン13'-2に位置する時にそのルータ「R1」に接続して、ルータ「R3」に接続している相手端末「CN1」(仮に、送信元アドレス=70.21)とすると、データ通信を開始したとすると、HAのキャッシュテ

ブル442には、図52(B)に示すように、相手端末「CN1」との「通信開始時のCOA」として「112.50」が登録されることになる。

【0348】また、その後、MNがルータ「R2」の在圏ゾーン13'-1に位置する時に、そのルータ「R2」に接続して、ルータ「R4」に接続している別の相手端末「CN2」(仮に、送信元アドレス=80.30)とするとデータ通信を開始したとすると、HAのキャッシュテーブル442には、別の相手端末「CN2」との「通信開始時のCOA」として「211.50」が登録されることになる。なお、「lifetime1」及び「lifetime2」の機能は、上述した第2実施形態で説明したものと同様である。

【0349】そして、この場合のHAは、図54及び図55に示すフローチャートに従って動作することにより、発信者(「CN1」、「CN2」)毎に、常に最短のアンカーポイントをとるようにデータパケットの転送(ルーティング)を実施することができる。即ち、図54に示すように、図50により前述したステップH7において、キャッシュテーブル441(Binding Cache1)に「現在のCOA」を登録し(ステップH7')、図55に示すように、図51により前述したステップH8において、キャッシュ検索部43Aが、MNホームアドレス及びIDをキーにして各キャッシュテーブル441、442を検索して、MNホームアドレス及びIDに対応する「現在のCOA」及び送信元アドレス毎の「通信開始時のCOA」を取得する(ステップH8a、H8b)ようにするのである。なお、他の処理は図50及び図51に示す処理と同様である。

【0350】これにより、音声パケットについての転送ルート(ハンドオーバー)は、図53(A)に模式的に示すように、発信者の数に関わらず、発信者(「CN1」、「CN2」)毎に図49(A)に示すものと同じになるが、データパケットの場合は、図53(B)に模式的に示すようなる。即ち、MNがルータ「R1」に接続している時に相手端末「CN1」(SA=70.21)がデータパケットの送信を開始し、その後、MNがルータ「R2」側へ移動し(矢印28参照)、別の相手端末「CN2」がMN宛データパケットの送信を開始した場合、相手端末「CN1」の送信したデータパケットは、MNが移動しても、HAで「通信開始時のCOA(112.50)」によりカプセル化されるので、図49(B)の場合と同様に、相手端末「CN1」ルータ「R4」→HA→ルータ「R1」(スムースハンドオフ)→ルータ「R2」→MNという経路を辿ってMNに到達することになる(矢印22、25、26参照)。

【0351】一方、別の相手端末「CN」が送信したデータパケットは、MNがルータ「R2」側に移動した後に送信されたので、HAにおいて「通信開始時のCOA(211.50)」宛にカプセルされることになり、ルータ

81

「R1」は經由せずにルータ「R2」経由でMNに到達することになる(矢印29a~29d参照)。このように、本変形例では、HAにおいて、「通信開始時のCOA」を、宛先アドレス(DA)及び送信元アドレス(SA)の異なる受信パケットのそれぞれについて管理することにより、パケットの発信者(相手端末「CN1」, 「CN2」)毎に最適なアンカーポイント(パケット転送ルート)を設定することができるので、MNに対する通信サービス品質をより一層向上させることができる。

【0352】なお、本変形例では、IDを用いてMNホームアドレスと送信元アドレスの対応付け(キャッシュテーブル441と442の対応付け)を行なっているが、IDの代わりにMNホームアドレスにより各テーブル441, 442の対応付けを行なってもよいし、MNホームアドレスによりこれらの各テーブル441, 442を単一のテーブルにまとめるようにしてもよい。

【0353】(D2)第2実施形態の第2変形例の説明さて、上述した受信パケットの「トラフィック種別」に応じたハンドオーバー方法の切り替えは、第1実施形態にて前述したシステム(即ち、ENがVHA/THAから「キャッシュ」を受けて、その「キャッシュ」に基づいてENがVHA/THAに代わってMN宛パケットのルーティングを実施するシステム)に適用することでもできる。

【0354】即ち、この場合は、例えば図56に示すように、図4により前述したVHA/THAにおける「キャッシュ」(キャッシュデータ61a及び通信中ENアドレスデータ61b)に、さらに、上述した「通信開始時のCOA」をアンカーCOAデータ61cとして記録・管理するためのデータ領域を付加するとともに、キャッシュ検索部43に、第2実施形態のキャッシュ検索部43Aと同等の機能をもたせる。

【0355】なお、VHA/THAにおいて、「現在のCOA」はキャッシュデータ61aに含まれているCOAである。また、上記のアンカーCOAデータ61cは、通信中ENアドレスデータ61bとは特に関連はなく、キャッシュデータ61a及び通信中ENアドレスデータ61bとは別個に設けてもよい。つまり、VHA/THAは、少なくとも、図4(B)、もしくは、図52(B)により前述したキャッシュテーブル44A(441, 442)を有していればよい。

【0356】一方、ENには、図2に示すキャッシュ検索部43に、前記のトラフィック種別識別部431及びコピー登録部432としての機能と、識別した「トラフィック種別」がVOIPパケットである場合にはその受信パケットを第1実施形態と同様にカプセル化すべくカプセル化処理部45へ転送する一方、データパケットである場合には受信パケットをカプセル化せずにルータ処理部46(出力路決定部46b)へブリッジする(図57に示すステップH10のNオートルート参照)ブリッジ部

82

434としての機能をもたせる。

【0357】なお、その他の動作は図51及び図52により前述したルータ13'の動作と同様である。ただし、勿論、第1実施形態におけるENと同様の動作が前提である。これにより、例えば図58(A)に模式的に示すように、ENでは、第1実施形態にて前述したようにVHA/THAから「キャッシュ」の通知を受けた後

【図58(A)及び図58(B)の点線矢印81参照】、相手端末CNからの受信したパケットの「トラフィック種別」がVOIPパケットであれば、常に、カプセル化処理部45が「現在のCOA」を用いて第1実施形態と同様のカプセル化を実行することにより、ルータ処理部46がVHA/THAに代わってその受信パケットの在圏ENへのルーティング(ルート最適化)を実行する(図57に示すステップH10のYesルートからステップH18)。

【0358】この結果、相手端末CNが送信したVOIPパケットは、第1のハンドオーバー方法により、VHA/THAを経由することなく、常に、最適ルートで在圏ENへルーティングされることになる(図58(A)に示す点線矢印82参照)ので、上述した第2実施形態に比して、パケット転送遅延がさらに削減されて、ハンドオーバー時の音声通話品質を高品質に維持することができる。

【0359】一方、受信パケットの「トラフィック種別」がデータパケットであれば、キャッシュ検索部43(ブリッジ部434)がその受信パケットをカプセル化せずにそのままルータ処理部46へブリッジすることにより、当該受信パケットをルータ処理部46がVHA/THA(ゲートノード)へルーティングすることになる(ステップH10のNoルートからステップH17, H18; 図58(B)に示す実線矢印83参照)。

【0360】VHA/THAでは、第2実施形態と同様に、受信パケットがデータパケットであることを識別してその受信パケットを「通信開始時のCOA」(図58(B)ではCOA1)でカプセル化することにより、その受信パケットをMNが通信を開始した時のEN(アンカーポイント)へルーティングする(図58(B)に示す実線矢印84参照)。

【0361】そして、アンカーポイントであるENでは、上述した第2実施形態と同様に、MNからの「スームハンドオフ指示」により登録されているMNの「現在のCOA」(図58(B)ではCOA2)でMN宛の受信パケットを再カプセル化してスームハンドオフを実行する。これにより、MN宛のパケットは、第2のハンドオーバー方法によって、図58(B)中に示す点線矢印85で示すルートでMNに届けられることになる。

【0362】以上のように、本変形例では、第1実施形態にて前述したシステムにおけるEN(通信中EN)において、受信パケットがパケットロスに許容するパケッ

ト(例えば、音声パケット)である場合にのみ、VHA/THAから通知(コピー)された「キャッシュ」(「現在のCOA」)でその受信パケットをカプセル化することにより、VHA/THAに代わって本ENが受信パケットを在圏ENへルーティングするので、VOIPパケットについてのハンドオーバー時には常にルート最適化が行なわれることになる。従って、上述した第2実施形態に比して、パケット転送遅延がさらに削減されて、ハンドオーバー時の音声通話品質を高品質に維持することができる。

【0363】一方、受信パケットがデータパケットである場合は、VHA/THAから通知された「キャッシュ」での受信パケットのカプセル化は行なわずに、VHA/THAへそのままルーティングすることにより、前述した第2実施形態と同様にして、アンカーポイントでのスムーズハンドオフによるハンドオーバーが実現されるので、データパケット通信継続中のハンドオーバー時のパケットロスを最小限に抑制することができる。

【0364】(D3)第2実施形態の第3変形例の説明次に、以下では、上述した第2実施形態の第3変形例として、加入者が契約したサービスに従ってハンドオーバー方法を切り替える場合について、図59(A)及び図59(B)を参照しながら説明する。即ち、この場合、MNのユーザ(加入者)は、予め契約等により、ハンドオーバー方法の切り替えサービス(ハンドオーバー条件)についての情報、例えば、tos値="0"、"1"のときは「現在のCOA」、tos値="2"、"3"のときは「通信開始時のCOA」をそれぞれ使用する旨の情報をキャリア(網運用者)等に通知しておく。

【0365】キャリアは、このハンドオーバー条件に関する情報(以下、「ハンドオーバー条件データ」、もしくは、単に「ハンドオーバー条件」という)を加入者(MNホームアドレス)毎に、例えば図59(A)に示す、MNの加入者についてのサービス契約状況、課金状況等を加入者データとして管理するサーバ(例えば、AAA(Authentication, Authorization and Accounting)サーバ等;以下、加入者データサーバという)14に登録しておく。

【0366】そして、HAは、キャッシュテーブル44Aの作成時等に、この加入者データサーバ14から上記のハンドオーバー条件データをダウンロードし、例えば図59(B)に示すように、キャッシュテーブル44Aとともに、そのダウンロードデータ(ハンドオーバー条件データ)44B(この例では、MNホームアドレス=144.50をもつMNの加入者のハンドオーバー条件)を保持する。

【0367】これにより、HAでは、パケット受信時に、キャッシュ検索部43Aが、このハンドオーバー条件データ44Bに基づいて「現在のCOA」、 「通信開始時のCOA」のいずれれを使って受信パケットをカプセル

化すべきかを判断する、つまり、加入者毎にハンドオーバーの方法を設定することが可能となる。即ち、この例では、MN宛の受信パケットのtos値が"0"又は"1"であれば、図47及び図49(A)により前述した第1のハンドオーバー方法がHAにより実行され、MN宛の受信パケットのtos値が"2"又は"3"であれば、図48及び図49(B)により前述した第2のハンドオーバー方法がHAにより実行されることになる。

【0368】なお、上記のハンドオーバー条件は、加入者との契約条件によって適宜に設定・変更することができる。例えば図60に示すように「常に現在のCOAを使う」という条件を設定することで、MN(MNホームアドレス)宛のパケットについてはその「トラフィック種別」に関わらず常に前述したVOIPパケットについてのハンドオーバー方法のみが適用される(つまり、通常のMobileIP機能のみを加入者に提供する)ようにしてもよいし、逆に、「常に通信開始時のCOAを使う」という条件を設定することで、MN宛のパケットについてはその「トラフィック種別」に関わらず常に前述したデータパケットについてのハンドオーバー方法が適用されるようにしてもよい。

【0369】以上のように、本変形例では、HAがMNのユーザについてのハンドオーバー条件データを含む加入者データを管理する加入者データサーバ14から取得し、取得したハンドオーバー条件データに基づいて「現在のCOA」、 「通信開始時のCOA」の選択を制御することができるので、MNのユーザ毎にハンドオーバー条件を設定することが可能になり、よりきめ細かいハンドオーバー方法の変更が可能になる。

【0370】(D4)第2実施形態の第4変形例の説明さて、上述した第2実施形態及びその各変形例では、通常の(非階層化) Mobile-IPに準拠したパケット網、もしくは、第1実施形態におけるM3網に、パケット種別に応じたハンドオーバー方法の切り替えを適用した場合について説明したが、勿論、通常の階層化Mobile-IP網に適用することも可能である。

【0371】即ち、図61及び図62に模式的に示すように、パケット網を階層化するノード(HA及び/又はMA)において、「通信開始時のCOA」を記憶しておくき、受信パケットの「トラフィック種別」に応じて、前記と同様に、「現在(最新)のCOA」及び「通信開始時のCOA」のいずれれかを使用してカプセル化することで、適用が可能である。

【0372】ここで、通常の階層化Mobile-IP網におけるMNには、前述したように2種類のアドレス(パケットが階層化ノード(MA)まで到達するためのアドレス(VCOA)およびパケットがMAからMNまで到達するためのアドレス(PCOA))が割り当てられ、HAの「結合キャッシュ(BindingCache)」に登録されるのは「VCOA」であり、階層化ノード(MA)をまたいだハ

10

20

30

40

50

85

ドオーバーの時に、HAに登録された「VCOA」の更新が行なわれる。

【0373】従って、通常の階層化Mobile-IP網におけるHAに前述したハンドオーバー方法の切り替えを適用する場合には、「BindingCache」として、「現在のVCOA」と通信開始時のVCOA」とを保持することになる。例えば図61では、MNが階層化ノード「MA1」が管轄する基地局ノード（ルーティングノード）「BS2」に接続して相手端末CNとの通信を開始し（VCOA=VCOA1, PCOA=PCOA2）、その後、通信を継続しながら別の階層化ノード「MA2」が管轄する基地局ノード「BS3」の在圏ゾーンへ移動した場合（VCOA=VCOA2, PCOA=PCOA3）を示しており、この場合、HAでは、「現在のCOA」として「VCOA2」を保持し、「通信開始時のCOA」として「VCOA1」を保持することになる。

【0374】これにより、HAでは、例えば、受信パケットがVOIPパケットであればその受信パケットを「現在のVCOA（=VCOA2）」でカプセル化し、データパケットであれば「通信開始時のVCOA（=VCOA1）」でカプセルすることで、階層化ノード（MA1, MA2）をまたぐハンドオーバーを行なう際に、パケット種別に応じたハンドオーバー方法（パケット転送ルート）の切り替えが可能となる（VOIPパケットの場合は図61に矢印86〜88に示すパケット転送ルート、データパケットの場合は図61に示す矢印86, 89, 90に示すパケット転送ルートとなる）。

【0375】一方、階層化ノード（MA）に、同様のハンドオーバー方法の切り替えを適用するには、MAの「BindingCache」として登録されるのが、「VCOA」をキーとした「PCOA」であり、MNの基地局ノードをまたぐ移動によりMNから新たな「PCOA」が登録（更新）されるため、MAの「BindingCache」として、「現在のPCOA」と「通信開始時のPCOA」とを保持すればよいことになる。

【0376】例えば図62では、MNが基地局ノード「BS3」に接続して相手端末CNとの通信を開始し（VCOA=VCOA2, PCOA=PCOA3）、その後、通信を継続しながら別の基地局ノード「BS4」の在圏ゾーンへ移動した場合（VCOA=VCOA2, PCOA=PCOA4）を示しており、この場合、HAでは、「現在のCOA」として「PCOA4」を保持し、「通信開始時のCOA」として「PCOA3」を保持することになる。

【0377】これにより、MAでは、例えば、受信パケットがVOIPパケットであればその受信パケットを「現在のPCOA（=PCOA4）」でカプセル化し、データパケットであれば「通信開始時のPCOA（=PCOA3）」でカプセルすることで、基地局ノード（BS3, BS4）をまたぐハンドオーバーを行なう際に、パケット種別に応じたハンドオーバー方法（パケット転送ルート）の切り替えが可能となる（VOIPパケットの場合は図

86

62に矢印86, 86', 87'に示すパケット転送ルート、データパケットの場合は図62に示す矢印86, 86', 88'に示すパケット転送ルートとなる）。

【0378】このようにして、本変形例では、通常の階層化Mobile-IP網におけるHA及びMAのいずれにおいても、受信パケットの「トラフィック種別」（通信サービス）に応じた最適なハンドオーバー方法の切り替えを実現することができるので、通常の階層化Mobile-IP網においても、第2実施形態と同様に、ユーザが要求する複数種類のQoSを満足する通信を柔軟に実現でき、常にユーザの要求に最適なハンドオーバー方法を提供してQoSを大幅に向上させることが可能である。

【0379】(E)その他

なお、上述した第2実施形態における「トラフィック種別」の識別は、「IPv6」のIPヘッダ70に含まれる「ホップ制限数」（Hop Limit）フィールド716（図45及び図46等参照）〔「IPv4」ではTTL（Time To Live）フィールドに相当する〕に設定されている値（ノード通過毎に減算される）を使用することもできる。

【0380】即ち、ノード到着時に、「ホップ制限数」フィールド716（又は、TTLフィールド）の値が「0」となったパケットはその時点で廃棄されるので、例えば、「ホップ制限数」フィールド716（又は、TTLフィールド）の値が所定値以下のパケットについては、できるだけ廃棄されないよう、すなわち、以降の通過ノード数が少なくなるようにハンドオーバー方法を変更するのである。これにより、最適ルートでのパケット転送が可能になる。

【0381】また、上述した第2実施形態では、パケットロスや許容する特性をもつ「トラフィック種別」のパケットとして音声（VOIP）パケット、パケット転送遅延を許容する「トラフィック種別」のパケットとして（ftp）データパケットを例にしたが、勿論、それぞれの特性を満足するパケットであれば他の種別のパケットであってもよい。

【0382】そして、本発明は、上述した各実施形態及びその変形例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができ

る。

(F)付記

（付記1） 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット網において、該特定のゲートノードが、自己が管理する該移動端末の現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてく

るエッジノード（以下、通信中エッジノードという）に通知し、当該通信中エッジノードが、該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施することを特徴とする、階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0383】（付記2） 該エッジノードが、それぞれ、少なくとも自己を収容するゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と該階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）とを含む報知情報を該移動端末に送信し、該移動端末は、該報知情報に含まれる該ゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても該網識別情報が変化していなければ、自己の現在位置情報の登録先を、該ゲートノードに維持することを特徴とする、付記1記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0384】（付記3） 該ゲートノードは、該移動端末からその移動に伴って通知される新たな現在位置情報に基づいて該通信中エッジノードの該キャッシュ情報を更新し、当該通信中エッジノードは、更新後のキャッシュ情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該ゲートノードに代わって新たな在圏エッジノードへルーティングすることを特徴とする、付記2記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0385】（付記4） 該通信中エッジノードは、該移動端末宛のパケットを該特定のゲートノードへルーティングする際に該キャッシュ情報が無いと、該特定のゲートノードへ該キャッシュ情報を要求することを特徴とする、付記1記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

（付記5） 該ゲートノードは、該キャッシュ情報の要求を受けた場合に、要求元の該通信中エッジノードに該キャッシュ情報を通知することを特徴とする、付記4記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0386】（付記6） 該ゲートノードは、該通信中エッジノードの識別情報を保持しておき、該移動端末の移動に伴って該移動端末から新たな現在位置情報の通知を受けると、当該新たな現在位置情報に基づいて、該通信中エッジノードの識別情報によって識別される該通信中エッジノードに対して該キャッシュ情報の更新を実施することを特徴とする、付記3記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0387】（付記7） 該通信中エッジノードは、該移動端末宛のパケットを受信する毎に、該キャッシュ情報の有効期限をリフレッシュすることを特徴とする、付記1～6のいずれか1項に記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

（付記8） 該通信中エッジノードは、通信が終了して該キャッシュ情報の有効期限が終了すると、該ゲートノードに対して当該ゲートノードで管理されている該通信

中エッジノードの識別情報の削除要求を行ない、該削除要求を受けたゲートノードは、該通信中エッジノードの識別情報を削除することを特徴とする、請求項4記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0388】（付記9） 該移動端末は、該報知情報に含まれる該網識別情報が変化していない場合であっても、所定の付加的条件下において該ゲートノード識別情報が変化していれば、自己の現在位置情報の登録先を変化後のゲートノード識別情報によって識別されるゲートノードに変更することを特徴とする、付記2記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0389】（付記10） 該移動端末は、一定周期経過毎に該報知情報に含まれる該ゲートノード識別情報が変化しているか否かを監視し、該付加的条件として該一定周期経過時に該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴とする、付記9記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0390】（付記11） 該移動端末は、該付加的条件として自己の非通信中に該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴とする、付記9記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

（付記12） 該移動端末は、自己の通信トラフィック量を監視し、該付加的条件として当該通信トラフィック量が所定値以下であるときに該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴とする、付記11記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0391】（付記13） 該移動端末は、通信中のデータトラフィックタイプを識別し、該付加的条件として識別したデータトラフィックタイプが特定のデータトラフィックタイプであるときに該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴とする、付記9記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0392】（付記14） 該移動端末は、通信に使用するアプリケーションの使用状態を監視し、該付加的条件として該アプリケーションが未使用であるときに該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴とする、付記9記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

（付記15） 該移動端末は、一定周期が経過したとき、非通信中であるとき、通信トラフィック量が所定値以下であるとき、通信中のデータトラフィックタイプが特定のデータトラフィックタイプであるとき、通信に使用するアプリケーションが未使用であるときの任意の付加的条件の組み合わせによって特定される組み合わせ条件下において該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施することを特徴と

する、付記 9 記載の階層化パケット網におけるパケット転送方法。

【0393】(付記 16) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード(以下、在圏エッジノードという)ヘルテイングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムにおいて、該移動端末が、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を該現在位置情報として特定のゲートノードに通知して登録する現在位置登録手段をそなえるとともに、該ゲートノードが、該移動端末の該現在位置登録手段によって通知される該現在位置情報を管理する端末位置管理手段と、該端末位置管理手段で管理されている該現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてくるエッジノード(以下、通信中エッジノードという)に通知するキャッシュ情報通知手段とをそなえ、且つ、該エッジノードが、該ゲートノードの該キャッシュ情報通知手段により通知されたキャッシュ情報を保持するキャッシュ手段と、該キャッシュ手段に保持されている該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、階層化パケット通信システム。

【0394】(付記 17) 該エッジノードが、それぞれ、少なくとも自己を収容するゲートノードの識別情報(以下、ゲートノード識別情報という)と該階層化パケット網の識別情報(以下、網識別情報という)とを含む報知情報を該移動端末に送信する報知情報送信手段をそなえるとともに、該移動端末の該現在位置登録手段が、該報知情報を受信する報知情報受信手段と、該報知情報受信手段で受信された報知情報に含まれる該ゲートノード識別情報が変化した場合に否かを監視するゲートノード識別情報監視手段と、該報知情報に含まれる該網識別情報が変化した場合に否かを監視する網識別情報監視手段と、該ゲートノード識別情報監視手段で該ゲートノード識別情報の変化が検知されても該網識別情報監視手段において該網識別情報の変化が検知されていないならば、該ゲートノードに自己の現在位置情報を通知する現在位置通知手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、付記 16 記載の階層化パケット通信システム。

【0395】(付記 18) 該ゲートノードが、該移動端末の移動に伴って該現在位置通知手段により該移動端末から新たに通知されてくる現在位置情報に基づいて、該通信中エッジノードのキャッシュ情報を更新するキャッシュ情報更新手段をそなえるとともに、該エッジノードの該ルーティング手段が、該キャッシュ情報更新手段による更新後のキャッシュ情報に基づいて該移動端末宛

のパケットを該ゲートノードに代わって新たな在圏エッジノードヘルテイングするように構成されたことを特徴とする、付記 17 記載の階層化パケット通信システム。

【0396】(付記 19) 該エッジノードが、該移動端末宛のパケットを該ゲートノードヘルテイングする際に該キャッシュ手段に該キャッシュ情報が無いと、該ゲートノードへ該キャッシュ情報を要求するキャッシュ情報要求手段をそなえていることを特徴とする、付記 16 記載の階層化パケット通信システム。

【0397】(付記 20) 該ゲートノードの該キャッシュ情報通知手段が、該エッジノードの該キャッシュ情報要求手段による該キャッシュ情報の要求を受けた場合に、当該要求元のエッジノードに該キャッシュ情報を通知するように構成されたことを特徴とする、付記 19 記載の階層化パケット通信システム。

(付記 21) 該ゲートノードが、該通信中エッジノードの識別情報を保持するノード識別情報保持手段をそなえるとともに、該キャッシュ情報更新手段が、上記の新たな現在位置情報の通知を受けると、該ノード識別情報保持手段に保持された識別情報によって識別されるエッジノードに対して該キャッシュ情報の更新を実施するように構成されたことを特徴とする、付記 18 記載の階層化パケット通信システム。

【0398】(付記 22) 該ノード識別情報保持手段が、複数の通信中エッジノードの識別情報を保持するように構成されたことを特徴とする、付記 21 記載の階層化パケット通信システム。

(付記 23) 該エッジノードが、該移動端末宛のパケットを受信する毎に、該キャッシュ情報保持手段に保持された該キャッシュ情報の有効期限をリフレッシュするリフレッシュ手段をそなえていることを特徴とする、付記 16 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の階層化パケット通信システム。

【0399】(付記 24) 該通信中エッジノードが、通信が終了して該キャッシュ情報の有効期限が終了すると、該ゲートノードに対して自己の識別情報の削除を要求するノード識別情報削除要求手段をそなえるとともに、該ゲートノードが、該エッジノードの該ノード識別情報削除要求手段による該削除要求を受けると、該ノード識別情報保持手段に保持している該通信中エッジノードの識別情報を削除するノード識別情報削除手段をそなえていることを特徴とする、付記 21 又は付記 22 に記載の階層化パケット通信システム。

【0400】(付記 25) 該移動端末の該ゲートノード識別情報監視手段が、所定の付加的条件下において該ゲートノード識別情報が変化した場合に否かを検知する条件付監視手段として構成されるとともに、該現在位置通知手段が、該条件付監視手段にて該付加的条件下において該ゲートノード識別情報の変化が検知されると、該網識



別情報監視手段にて該網識別情報に変化が無い場合であっても、変化後のゲートノード識別情報によって識別される新たなゲートノードに自己の現在位置情報を通知する条件付通知手段をそなえていることを特徴とする、付記 17 記載の階層化パケット通信システム。

【0401】(付記 26) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該ゲートノードであって、該移動端末から当該移動端末の現在位置情報として通知されてくる、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報を管理する端末位置管理手段と、該端末位置管理手段で管理されている該現在位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットをルーティングしてくるエッジノードに通知するキャッシュ情報通知手段とをそなえたことを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用されるゲートノード。

【0402】(付記 27) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該エッジノードであって、該ゲートノードで管理されている、該在圏エッジノードの識別情報に基づく位置情報をキャッシュ情報として受けて保持するキャッシュ手段と、該キャッシュ手段に保持されている該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該移動端末宛のパケットの該在圏エッジノードに対するルーティングを実施するルーティング手段とをそなえて構成されていることを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用されるエッジノード。

【0403】(付記 28) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のエッジノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なエッジノード（以下、在圏エッジノードという）へルーティングしうるゲートノードとをそなえて成る階層化パケット通信システムに使用される該移動端末であって、少なくとも該在圏エッジノードを収容する特定のゲートノードの識別情報（以下、ゲートノード識別情報という）と該階層化パケット網の識別情報（以下、網識別情報という）とを含む報知情報を、該在圏エッジノードから受信する報知情報受信手段と、該報知情報受信手段で受信された報知情報に含まれる該ゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても該網識別

情報に変化していなければ、自己の現在位置情報の登録先を、特定のゲートノードに維持する現在位置登録手段とをそなえたことを特徴とする、階層化パケット通信システムに使用される移動端末。

【0404】(付記 29) 移動端末と複数のルーティングノードとをそなえて成るパケット網において該移動端末の移動に伴って当該移動端末へのパケット転送ルートを変更するハンドオーバ方法であって、特定のルーティングノード（以下、特定ノードという）において該移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理しておき、該特定ノードが、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、識別したパケット種別に応じて該複数の端末位置情報のいずれかを選択し、選択した端末位置情報に基づいて該受信パケットをルーティングすることを特徴とする、パケット網におけるハンドオーバ方法。

【0405】(付記 30) 該特定ノードが、該複数の端末位置情報として、該移動端末の現在の位置情報と、該移動端末の通信開始時の位置情報とを管理しておき、識別した該パケット種別がパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の現在の位置情報を選択する一方、識別した該パケット種別がパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の通信開始時の位置情報を選択することを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバ方法。

【0406】(付記 31) 該特定ノードが、該通信開始時の位置情報の有効期限に関する情報を記憶しておき、該受信パケットを受信する毎に該有効期限に関する情報をリフレッシュすることを特徴とする、付記 30 記載のパケット網におけるハンドオーバ方法。

(付記 32) 該特定ノードが、該有効期限が切れると該通信開始時の位置情報を削除することを特徴とする、付記 31 記載のパケット網におけるハンドオーバ方法。

【0407】(付記 33) 該移動端末は、該特定ノードでの該受信パケットのルーティングによりパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別のパケットを受信している間、該通信開始時に接続していたルーティングノードに対してスムーズハンドオフ指示を発行することを特徴とする、付記 30 記載のパケット網におけるハンドオーバ方法。

【0408】(付記 34) 該特定ノードが、該通信開始時の位置情報を、少なくとも送信元アドレスの異なる複数の受信パケットのそれぞれについて管理することを特徴とする、付記 30 記載のパケット網におけるハンドオーバ方法。

(付記 35) 該特定ノードが、該受信パケットのヘッダに含まれるタイプ・オブ・サービスフィールドに設定されている値に基づいて該パケット種別の判定を行なう

ことを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

【0409】(付記 36) 該パケット網へ流入してくる該移動端末宛のパケットを受信するルーティングノードが、該パケットのパケット種別に応じた情報をパケット種別識別情報として該パケットに設定して該特定ノードへのルーティングを実施し、該特定ノードが、該パケットに設定されている該パケット種別識別情報に基づいて該パケット種別の識別を行うことを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

【0410】(付記 37) 該特定ノードが、該移動端末のユーザについてのハンドオーバー条件情報を含む加入者データを管理する加入者データ管理ノードから取得し、該ハンドオーバー条件情報に基づいて該端末位置情報の選択を制御することを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

【0411】(付記 38) 該特定ノードが、該パケット網をホーム網とする該移動端末の位置情報を管理するホームエージェントノードであることを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

(付記 39) 該特定ノードが、該パケット網を階層化するためのゲートノードであることを特徴とする、付記 29 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

【0412】(付記 40) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のルーティングノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なルーティングノード（以下、在圏ノードという）へルーティングするゲートノードとをそなえて成る階層化パケット網において、該ゲートノードが、自己が管理する該移動端末の現在の位置情報をキャッシュ情報として該移動端末宛のパケットを自己宛にルーティングしてくるルーティングノード（以下、通信中ノードという）に通知し、当該通信中ノードは、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別し、該識別の結果、該受信パケットがパケットロスを経験する特性をもつパケット種別であると、該ゲートノードから通知されたキャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該受信パケットを該在圏ノードへルーティングすることを特徴とする、パケット網におけるハンドオーバー方法。

【0413】(付記 41) 該通信中ノードが、上記のパケット種別の識別の結果、該受信パケットがパケット転送遅延を経験する特性をもつパケット種別であると、該受信パケットを該ゲートノードへルーティングすることを特徴とする、付記 40 記載のパケット網におけるハンドオーバー方法。

(付記 42) 移動端末と複数のルーティングノードとをそなえて成るパケット網を構成し該移動端末の移動に伴って当該移動端末へのパケット転送ルートを変更し

るルーティングノードであって、該移動端末の移動に伴う複数の端末位置情報を管理する端末位置管理手段と、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別するパケット種別識別手段と、該パケット種別識別手段で識別したパケット種別に於いて該端末位置管理手段で管理されている該複数の端末位置情報のいずれかを選択する選択手段と、該選択手段によって選択された端末位置情報に基づいて該受信パケットをルーティングするルーティング手段とをそなえたことを特徴とする、ルーティングノード。

【0414】(付記 43) 該端末位置管理手段が、該複数の端末位置情報として、該移動端末の現在の位置情報と、該移動端末の通信開始時の位置情報とを保持する位置情報保持部をそなえたとともに、該パケット種別識別手段が、該受信パケットの該パケット種別が少なくともパケットロスを経験する特性をもつパケット種別及びパケット転送遅延を経験する特性をもつパケット種別のいずれであるかを識別するパケットロス／転送遅延特性識別部として構成され、且つ、該選択手段が、該パケットロス／転送遅延特性識別部に於いて識別された該パケット種別がパケットロスを経験する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の現在の位置情報を該位置情報保持部において選択する一方、該パケットロス／転送遅延特性識別部に於いて識別された該パケット種別がパケット転送遅延を経験する特性をもつパケット種別であると、該端末位置情報として該移動端末の通信開始時の位置情報を該位置情報保持部において選択する端末位置情報選択部として構成されていることを特徴とする、付記 42 記載のルーティングノード。

【0415】(付記 44) 該端末位置管理手段が、該通信開始時の位置情報の有効期限に関する情報を記憶する有効期限情報記憶部と、該受信パケットを受信する毎に該有効期限に関する情報をリフレッシュする有効期限リフレッシュ部とをそなえていることを特徴とする、付記 43 記載のルーティングノード。

【0416】(付記 45) 該端末位置管理手段が、該有効期限が切れると該通信開始時の位置情報を削除する位置情報削除部をさらにそなえていることを特徴とする、付記 44 記載のルーティングノード。

(付記 46) 該端末位置管理手段の該位置情報保持部が、該通信開始時の位置情報を、少なくとも送信元アドレスの異なる複数の受信パケットのそれぞれについて保持するように構成されていることを特徴とする、付記 43 記載のルーティングノード。

【0417】(付記 47) 移動端末と通信してパケットの送受を行なう複数のルーティングノードと、該移動端末の現在位置情報を管理し当該現在位置情報に基づいて該移動端末宛のパケットを該移動端末がその現在位置から通信可能なルーティングノード（以下、在圏ノードという）へルーティングするゲートノードとをそ

なえて成る階層化パケット網に使用される該ルーティングノードであって、該ゲートノードにおいて管理されている該移動端末の現在の位置情報をキャッシュ情報として該ゲートノードから受けて保持するキャッシュ手段と、該移動端末宛の受信パケットの種別（以下、パケット種別という）を識別するパケット種別識別手段と、該パケット種別識別手段による識別の結果、該パケット種別がパケットロスを許容する特性をもつパケット種別であると、該キャッシュ手段における該キャッシュ情報に基づき該ゲートノードに代わって該受信パケットを該在圏エッジノードへルーティングするルーティング手段とをそなえたことを特徴とする、ルーティングノード。

【0418】（付記48） 該ルーティング手段が、該トラフィック識別手段による識別の結果、該パケット種別がパケット転送遅延を許容する特性をもつパケット種別であると、該受信パケットを該ゲートノードへルーティングするように構成されていることを特徴とする、付記47記載のルーティングノード。

【0419】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、次のような利点が得られる。

(1) エッジノードがゲートノードで管理されている移動端末の現在位置情報（キャッシュ情報）を受けてその情報に基づきそのゲートノードに代わって移動端末宛のパケットのルーティングを行なうので、移動端末宛のパケットを、ゲートノードを経由せずに、直接、在圏エッジノードに転送できることになり、高速ハンドオーバーとパケット転送ルートに制限の無いルート最適化とが可能になる。特に、この場合は、特定のゲートノードにパケットが集中するようなこともないので、ゲートノードの処理負荷をエッジノードに分散させてその負荷を軽減することが可能である。

【0420】(2) 移動端末は、在圏エッジノードからの報知情報に含まれるゲートノード識別情報が自己の移動に伴って変化しても網識別情報が変化しないならば、自身が同じ階層化パケット網内に位置していると認識して、自己の現在位置情報の通知先を、特定のゲートノードに維持することができるので、従来のように移動に伴って位置登録先のゲートノードの切り替えが頻繁に発生することも防止でき、高速ハンドオーバー性をさらに向上することができる。

【0421】(3) 移動端末による位置登録先のゲートノードが移動端末の移動に関わらず上述のごとく同じゲートノードに維持される場合であっても、移動端末のゲートノードに対する現在位置の更新登録に応じて必要なキャッシュ情報が通信中エッジノードに逐次提供されて相互の同期がとられるので、通信中エッジノードは、パケット転送ルートを、ゲートノードを経由しない新たな在圏エッジノードに到るルートに適切且つ迅速に変更することが可能である。従って、ゲートノードの処理負荷を

さらに抑制しながら高速ハンドオーバーを実現することができる。

【0422】(4) なお、移動端末宛のパケットを受信したエッジノードは、上記のキャッシュ情報が無ければゲートノードへ必要なキャッシュ情報を要求することができるので、どのエッジノードも、ゲートノードによるパケットルーティングを代替することができ、特定のエッジノードに負荷が集中することは無い。つまり、この場合、エッジノードとゲートノードとの双方の負荷を軽減できることになる。

【0423】(5) このとき、ゲートノードは、上記のキャッシュ情報の要求を受けた場合に、要求元のエッジノードにキャッシュ情報を提供するもので、不要なキャッシュ情報の転送を防止することができ、網内のトラフィック量の増大を抑制することができる。

(6) また、上記のゲートノードは、上記の通信中エッジノードの識別情報を保持しておくようにしてもよく、このようにすれば、上記キャッシュ情報を更新すべきノードを把握しておくことができるので、移動端末の現在位置情報の通知を受けた場合の該当通信中エッジノードのキャッシュ情報の更新を誤ることなく実施することが可能である。従って、パケットルーティングの信頼性、つまり、通信品質を向上することができる。

【0424】(7) さらに、ゲートノードにおいて、上記の通信中エッジノードの識別情報を複数分保持できるようにしておくことで、1台の移動端末に対して複数の通信中エッジノードにゲートノードによるルーティングを代替させるよう設定することができるので、ゲートノードの処理負荷を大幅に削減することができる。

(8) また、上記の通信中エッジノードは、上記の移動端末宛のパケットを受信する毎に、上記のキャッシュ情報の有効期限をリフレッシュすることもでき、これにより、通信中にキャッシュ情報の有効期限が切れて正常な通信を維持できなくなることを回避することができる。従って、さらに、パケットルーティングの信頼性、つまり、通信品質を向上することができる。

【0425】(9) さらに、上記の通信中エッジノードは、通信が終了して上記のキャッシュ情報の有効期限が終了すると、そのキャッシュ情報を受けたゲートノードに対し自己（通信中エッジノード）の識別情報の削除を要求し、この要求を受けたゲートノードは、保持している該当ノード識別情報を削除することができる。これにより、エッジノード及びゲートノードにおいて不要な情報をいつまでも保持しておくことがなく、必要なメモリ容量などを削減して、その小型化を図ることができる。

【0426】(10) なお、移動端末は、同じ網内の移動では原則として位置登録先（使用）ゲートノードを変更しないが、一定の（付加的）条件を満足すると、位置登録先のゲートノードを変更するようにしてもよい。これに

より、例えば、移動端末の移動に伴ってゲートノードとの距離が長距離になってしまった場合などにおいて、位置登録先のゲートノードを最寄りのゲートノードに変更できるので、ハンドオーバの高速性を向上させる。

【0427】(11)例えば、移動端末は、一定周期経過毎に上記の報知情報に含まれるゲートノード識別情報が変化しているか否かを監視し、その一定周期経過時に該ゲートノード識別情報が変化していれば、上記のゲートノードの変更を実施する。このようにすれば、移動端末の移動に伴って最寄りのゲートノードが変化する毎に位置登録を行なう場合よりもその位置登録頻度を削減しながら、位置登録先のゲートノードの最適化、つまり、ハンドオーバ時間の最適化を図ることができる。

【0428】(12)また、移動端末は、上記の付加的条件として自己の非通信中にゲートノード識別情報が変化した場合に上記のゲートノードの変更を実施することもでき、この場合、ゲートノードの切り替えは、必ず移動端末の非通信中であるときに実施されるので、通信中の位置登録先ゲートノード変更による通信品質の劣化は生じない。従って、ハンドオーバによる通信品質の劣化を防止しながら、ハンドオーバ時間の最適化を図ることができる。

【0429】(13)さらに、移動端末は、自己の通信トラフィック量を監視し、上記の付加的条件として通信トラフィック量が所定値以下であるときに上記の報知情報に含まれるゲートノード識別情報が変化している場合に、上記のゲートノードの変更を実施することもできる。この場合、ゲートノードの変更は必ず通信トラフィック量が所定値以下であるときに実施されるので、通信への影響（通信帯域の圧迫等）を最小限に抑制しながら、ハンドオーバ時間の最適化を図ることができる。

【0430】(14)また、移動端末は、上記の付加的条件として通信中のデータトラフィックタイプが特定のデータトラフィックタイプであるときにゲートノード識別情報が変化している場合に、上記のゲートノードの変更を実施することもできる。例えば、データトラフィックタイプによっては多少の通信品質劣化が許容されるものがあるので、端末がそのタイプの通信を行なっている場合に、ゲートノードの切り替えを行なっても許容範囲内での通信品質劣化で済み、ハンドオーバ時間は最適化することができる。

【0431】(15)さらに、移動端末は、通信に使用するアプリケーションの使用状態を監視し、上記の付加的条件としてそのアプリケーションが未使用であるときにゲートノード識別情報が変化している場合に、上記のゲートノードの変更を実施することもできる。この場合、ゲートノードの変更は、必ず端末のアプリケーションが未使用であるとき、つまり、端末自体の処理能力に余裕があるときに実施されるので、やはり、通信中の通信品質劣化を最小限に抑制しながら、ハンドオーバ時間の最適

化を図ることができる。

【0432】(16)また、特定ノードにおいて、移動端末の移動に伴う複数の位置情報を管理しておき、移動端末宛の受信パケットの種別（パケット種別）に応じてこれらの位置情報のいずれかを選択して、その選択位置情報に基づいて受信パケットをルーティングすることにより、受信パケットの種別に応じてハンドオーバ方法を変更することができるので、複数種類の通信サービスに対応した最適な通信品質を柔軟に提供でき、移動端末に対する通信サービス品質を大幅に向上させることができる。

【0433】(17)ここで、例えば、上記の特定ノードでは、受信パケットがパケットロスを経験するパケット（例えば、音声パケット）であれば、移動端末の現在の位置情報を選択することにより、パケット転送遅延を最小限に抑制したハンドオーバを実施することができ、受信パケットがパケットロスを経験するパケット（例えば、データパケット）であれば、移動端末の通信開始時の位置情報を選択することにより、パケットロスを経験に抑制したハンドオーバを実施することができるので、移動端末のユーザが利用する音声通話サービス、データ通信サービス等に応じた最適なハンドオーバ方法を提供することができる。

【0434】(18)なお、上記の特定ノードでは、上記の通信開始時の位置情報の有効期間に関する情報を記憶しておき、移動端末宛の受信パケットを受信する毎にその有効期間に関する情報をリフレッシュすることもでき、このようにすれば、パケットロスを経験する通信継続中に通信開始時の位置情報が無効になることを防止することができるので、当該通信の信頼性を向上させることができる。

【0435】(19)また、上記の特定ノードでは、上記の有効期間が切れたとき上記の通信開始時の位置情報を削除することもでき、このようにすれば、通信開始時の位置情報の記憶に必要な記憶容量を最小限に抑制して、特定ノードの小型化を図ることができる。

(20)さらに、上記の移動端末は、パケット転送遅延を経験するパケット（例えば、データパケット）を受信している間、通信開始時に接続していたルーティングノード（これを、アンカーポイントという）に対してスムースハンドオフ指示を発行するのが好ましく、このようにすれば、スムースハンドオフ指示を受けたルーティングノードから移動端末が現在接続しているルーティングノードまで通信パス（パケット転送ルート）を伸ばしておくことができるので、ハンドオーバに伴うパケットロスを経験に抑制することができる。

【0436】(21)また、上記の特定ノードでは、上記の通信開始時の位置情報を、少なくとも送信元アドレスの異なる複数の受信パケットのそれぞれについて管理するようにしておくので、このようにすれば、受信パケットの送信元アドレス（つまり、パケットの発信者）毎に、

最適なアンカーポイントを設定することができるので、さらに、移動端末に対する通信サービス品質をより一層向上することができる。

【0437】(22) なお、上記の特定ノードでのパケット種別の識別は、受信パケットのヘッダに含まれるタイプ・オブ・サービスフィールド (tos) に設定されている値に基づいて行なうようにしてもよく、このようにすれば、極めて簡便にパケット種別の識別を実現することができ、ひいては、特定ノードの小型化を図ることも可能となる。

【0438】(23) ここで、パケット網へ流入してくる移動端末宛のパケットを受信するルーティングノードにおいて、そのパケットの種別に応じた情報をパケット種別識別情報としてそのパケットに設定するようにすれば、上記特定ノードでは、受信パケットに設定されている上記パケット種別識別情報に基づいて上記のパケット種別の識別を実施することができるので、移動端末側においてパケット種別識別のための情報を送信パケットに独自に設定する必要が無い。

【0439】(24) また、上記の特定ノードは、移動端末のユーザについてのハンドオーバー条件情報を含む加入者データを管理する加入者データを加入者データ管理ノードから取得し、取得したハンドオーバー条件情報に基づいて上記の端末位置情報の選択を制御することもできるので、移動端末のユーザ毎にハンドオーバー条件を設定することが可能になり、よりきめ細かいハンドオーバー方法の変更が可能になる。

【0440】(25) なお、上記の特定ノードは、上記のパケット網をホーム網とする移動端末の位置情報を管理するホームエージェントノードであってもよいし、上記のパケット網を階層化するためのゲートノード (階層化ノード) であってもよく、いずれの場合であっても、パケット種別 (通信サービス) に応じた最適なハンドオーバー方法の切り替えを実現することができる。

【0441】(26) また、エッジノード (通信中ノード) がゲートノードからキャッシュ情報を受けることにより当該ゲートノードに代わって移動端末宛の受信パケットの在圏ノードへのルーティングを行なう階層化パケット網においても、前記通信中ノードにおいて、受信パケットがパケットロスを許容するパケット (例えば、音声パケット) である場合に、上記キャッシュ情報に基づきゲートノードに代わってその受信パケットを在圏ノードへルーティングするようにすれば、音声パケット等についてのハンドオーバー時にはルート最適化が行なわれることになるので、パケット転送遅延がさらに削減され、ハンドオーバー時の通信品質を高品質に維持することができる。

【0442】(27) なお、上記の通信中ノードは、受信パケットがパケット転送遅延を許容するパケット (例えば、データパケット) については、ゲートノードヘル

ティングすることにより、アンカーポイントでのスムーズハンドオフによるハンドオーバーを実現することができ、ハンドオーバー時のパケットロスを最小限に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態としての階層化パケット通信システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示すVHA/THA/ENの構成を示すブロック図である。

10 【図3】図2に示すモバイルメッセージ処理部の詳細構成を示すブロック図である。

【図4】(A) は図1に示すVHA/THAにおける結合キャッシュテーブルの情報内容例、(B) は図1に示すENにおける結合キャッシュテーブルの情報内容例を示す図である。

【図5】図1に示す移動端末 (MN) の構成を示すブロック図である。

【図6】図5に示すMNのモバイルメッセージ処理部の詳細構成を示すブロック図である。

20 【図7】「HMPv6」準拠のパケットフォーマットを示す図である。

【図8】図7に示す標準ヘッダのフォーマットを示す図である。

【図9】第1実施形態に係るホーム位置登録メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図10】第1実施形態に係るホーム位置登録応答メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図11】第1実施形態に係る在圏位置登録メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

30 【図12】第1実施形態に係る位置 (キャッシュ) 更新メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図13】第1実施形態に係る位置 (キャッシュ) 更新応答メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図14】第1実施形態に係るキャッシュ要求メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図15】第1実施形態に係るキャッシュ通知メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

40 【図16】第1実施形態に係るキャッシュ削除要求メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図17】第1実施形態に係るルータ広告メッセージのパケットフォーマットを示す図である。

【図18】図1に示す階層化パケット通信システムの動作 (位置登録処理) を説明するための図である。

【図19】図1に示す階層化パケット通信システムの動作 (ホーム端末-ローミング端末間通信) を説明するための図である。

50 【図20】図19に示す階層化パケット通信システムにおけるルート最適化後のパケット転送経路を説明するための図である。

【図 21】図 19 に示すローミング端末がさらに移動したときの動作を説明するための図である。

【図 22】図 1 に示す EN の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 23】図 1 に示す VHA / THA の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 24】図 2 に示す VHA / THA における制御メッセージ処理部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 25】図 1 に示す EN の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 26】図 1 に示す EN の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 27】図 5 及び図 6 に示すモバイルメッセージ処理部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 28】図 2 に示す VHA / THA / EN におけるタイマ処理部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 29】図 2 に示す VHA / THA / EN におけるルータ処理部の動作を説明するための図である。

【図 30】第 1 実施形態の変形例（位置登録先 THA 切り替え動作）を説明するための図である。

【図 31】第 1 実施形態の第 1 変形例に係る位置登録先 THA 切り替え動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 32】図 31 に示す THA 切り替え動作を実現する図 6 に示すルータ広告メッセージ処理部の動作アルゴリズム（THA アドレスチェックアルゴリズム）を示す図である。

【図 33】図 31 に示す THA 切り替え動作を実現する図 6 に示すルータ広告メッセージ処理部の動作アルゴリズム（フラグ設定アルゴリズム）を示す図である。

【図 34】第 1 実施形態の第 2 変形例に係る位置登録先 THA 切り替え動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 35】第 1 実施形態の第 2 変形例に係るフラグ設定アルゴリズムを示す図である。

【図 36】第 1 実施形態の第 3 変形例に係る位置登録先 THA 切り替え動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 37】第 1 実施形態の第 3 変形例に係るフラグ設定アルゴリズムを示す図である。

【図 38】第 1 実施形態の第 4 変形例に係る位置登録先 THA 切り替え動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 39】第 1 実施形態の第 4 変形例に係るフラグ設定アルゴリズムを示す図である。

【図 40】第 1 実施形態の第 5 変形例に係る位置登録先 THA 切り替え動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 41】第 1 実施形態の第 5 変形例に係るフラグ設定アルゴリズムを示す図である。

【図 42】本発明の第 2 実施形態に係るパケット網の構成を示すブロック図である。

【図 43】図 42 に示す HA 及びルータの構成を示すブロック図である。

【図 44】(A) は図 42 に示すパケット網における MN アドレスを説明するための図、(B) は図 42 に示す MN アドレスを基にした図 43 に示すバインディングキャッシュテーブルの登録内容例を示す図である。

【図 45】第 2 実施形態に係る音声 (VOIP) パケットのフォーマット例を示す図である。

【図 46】第 2 実施形態に係る ftp データパケットのフォーマット例を示す図である。

【図 47】図 42 に示すパケット網におけるハンドオーバー方法（音声パケットの場合）を説明するための図である。

【図 48】図 42 に示すパケット網におけるハンドオーバー方法（データパケットの場合）を説明するための図である。

【図 49】(A) は図 47 に示すハンドオーバー方法（音声パケットの場合）によるパケット転送ルートを説明するための図、(B) は図 48 に示すハンドオーバー方法（データパケットの場合）によるパケット転送ルートを説明するための図である。

【図 50】図 42 及び図 43 に示す HA の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 51】図 42 及び図 43 に示す HA の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 52】(A) 及び (B) は第 2 実施形態の第 1 変形例に係るバインディングキャッシュテーブルの構成及びその登録内容を説明するための図である。

【図 53】(A) 及び (B) はいずれも第 2 実施形態の第 1 変形例に係るハンドオーバー方法によるパケット転送ルートを説明するための図で、(A) は音声パケットについてのパケット転送ルート、(B) はデータパケットについてのパケット転送ルートをそれぞれ説明するための図である。

【図 54】第 2 実施形態の第 1 変形例に係る HA の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 55】第 2 実施形態の第 1 変形例に係る HA の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 56】第 2 実施形態の第 2 変形例に係るバインディングキャッシュテーブルの登録内容例を説明するための図である。

【図 57】第 2 実施形態の第 2 変形例に係るエッジノードの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 58】(A) 及び (B) はいずれも第 2 実施形態の第 2 変形例に係るハンドオーバー方法によるパケット転送ルートを説明するための図で、(A) は音声パケットに

ついでのパケット転送ルート、(B) はデータパケットについてのパケット転送ルートをそれぞれ説明するための図である。

【図 59】(A) 及び (B) は第 2 実施形態の第 3 変形例に係るバインディングキャッシュテーブルの構成及びその登録内容例を説明するための図である。

【図 60】第 2 実施形態の第 3 変形例に係るバインディングキャッシュテーブルの他の登録内容例を示す図である。

【図 61】第 2 実施形態の第 4 変形例に係るハンドオーバー方法 (HA によるハンドオーバー) を説明すべく階層化 Mobile-IP 網の一例を示すブロック図である。

【図 62】第 2 実施形態の第 4 変形例に係るハンドオーバー方法 (MA によるハンドオーバー) を説明すべく階層化 Mobile-IP 網の一例を示すブロック図である。

【図 63】「MIPv6」に準拠したパケット通信システムの一例を示す図である。

【図 64】図 63 に示すシステムにおける「ルート最適化」を説明する図である。

【図 65】階層化 Mobile-IPv6 (HMIPv6) に準拠したパケット通信システムの一例を示す図である。

【図 66】図 65 に示すシステムにおける「ルート最適化」を説明する図である。

【図 67】図 65 に示すシステムにおける「ルート最適化」前のパケット転送ルートの一例を示す図である。

【図 68】図 65 に示すシステムにおける「ルート最適化」後のパケット転送ルートの一例を示す図である。

【図 69】従来のスムーズハンドオフを説明するための図である。

#### 【符号の説明】

- 1, 1', 2 パケット網 (キャリア網)
- 1a, 1b, 2a, 2b サブキャリア (サブパケット) 網
- 3 移動端末 (MN)
- 10, 20 VHA ノード
- 10' ホームエージェント (HA) ノード (ルーティングノード)
- 11a, 11b, 21a, 21b THA ノード
- 12 エッジノード (EN)
- 13' ルータ (ルーティングノード)
- 13' - 1, 13' - 2, 100' 通信エリア (在圏ゾーン)
- 31 入力処理部
- 32 I プレイヤ処理部
- 33 パケット種別判定部
- 34 モバイルメッセージ処理部 (現在位置登録手段)
- 34A メッセージ受信部 (報知情報受信手段)
- 34B メッセージ種別判断部
- 34C ルータ広告メッセージ処理部
- 34D モバイル I P メッセージ処理部

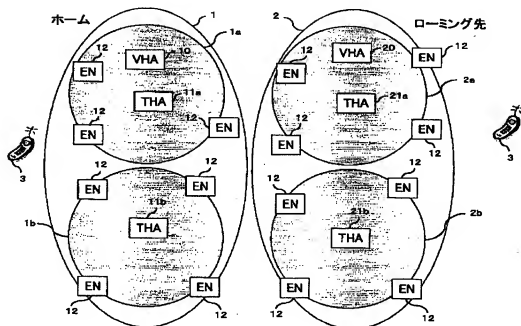
- 34E メッセージ送信部
- 35 ルーティングメッセージ処理部
- 36 アプリケーション
- 37 ルーティングテーブル
- 38 出力方路決定部
- 39 出力処理部
- 41 入力処理部
- 42, 42A パケット種別識別部
- 43, 43A バインディングキャッシュ検索部
- 44 結合 (バインディング) キャッシュテーブル (端末位置管理手段, キャッシュ手段, ノード識別情報保持手段)
- 44A 結合 (バインディング) キャッシュテーブル (端末位置管理手段)
- 44A-1 位置情報保持部
- 44A-2 有効期限情報記憶部
- 44B ハンドオーバー条件データ
- 45 カプセル化処理部
- 46 ルータ処理部 (ルーティング手段)
- 46a ルーティングテーブル
- 46b 出力方路決定部
- 48 出力処理部
- 49, 49A タイマ処理部
- 50 制御メッセージ処理部
- 51, 51A メッセージ種別判定部
- 52, 52A モバイルメッセージ処理部
- 52C 結合更新 (Binding Update) メッセージ処理部
- 52D 結合応答 (Binding Acknowledge) メッセージ処理部
- 52E 結合要求 (Binding Request-M3) メッセージ処理部
- 53 ルーティングメッセージ処理部
- 54 ルータ広告メッセージ処理部
- 61a キャッシュデータ
- 61b 「通信中 EN アドレス」データ (拡張データ)
- 62b 「VHA/THA アドレス」データ (拡張データ)
- 61c アンカー COA データ
- 70 I P ヘッダ
- 71 標準ヘッダ
- 72 オプションヘッダ
- 73 認証ヘッダ
- 74 TCP (Transmission Control Protocol) ヘッダ
- 76 UDP (User Datagram Protocol) ヘッダ
- 77 RTP (Real-time Transport Protocol) ヘッダ
- 80 I P ベイロード
- 341 情報格納レジスタ
- 342 ルータ広告解析部 (ゲートノード識別情報監視手段 (条件付監視手段), 網識別情報監視手段)

- 3 4 3 位置登録 (Registration) メッセージ作成部  
 (現在位置通知手段 (条件付通知手段))
- 3 4 4 結合更新 (Binding Update) メッセージ作成部
- 4 3 1 トラフィック種別識別部
- 4 3 2 コピー登録部
- 4 3 3 COA 選択部 (選択手段, 端末位置情報選択部)
- 4 4 1 キャッシュテーブル (Biding Cachel)
- 4 4 2 キャッシュテーブル (Biding Cache2)
- 4 9 1 有効期限リフレッシュ部
- 4 9 2 COA 削除部
- 5 2 1 結合キャッシュ (Binding Cache) テーブルアクセス部 (ノード識別情報削除手段)
- 5 2 2 結合更新 (Binding Update) メッセージ解析部
- 5 2 3 結合応答 (Binding Acknowledge) メッセージ作成部
- 5 2 4 結合更新 (Binding Update) メッセージ作成部 (キャッシュ情報通知手段, キャッシュ情報更新手段)
- 5 2 7 結合更新 (Binding Update) メッセージ作成部 (ノード識別情報削除要求手段)
- 5 2 5 結合キャッシュ (Binding Cache) テーブルアクセス部
- 5 2 6 結合要求 (Binding Request-M3) メッセージ解析部

- \* 5 2 8 結合要求 (Binding Request-M3) メッセージ作成部 (キャッシュ情報要求手段)
- 7 1 1 「バージョン情報」フィールド
- 7 1 2 「トラフィッククラス」フィールド
- 7 1 3 「フローラベル」フィールド
- 7 1 4 「ペイロード長」フィールド
- 7 1 5 「ネクストヘッダ」フィールド
- 7 1 6 「ホップ制限数」フィールド
- 7 1 7 「送信元アドレス (SA : Source Address)」フィールド
- 10 フィールド
- 7 1 8 「宛先アドレス (DA : Destination Address)」フィールド
- 7 2 3, 7 2 3 a オプションタイプ (Option Type) フィールド
- 7 2 4 ホームアドレスフィールド
- 7 2 5 MA アドレスフィールド
- 7 2 6 M3 ネットワークアドレスフィールド
- 7 2 7 A (Acknowledgement) ビットフィールド
- 7 2 8 リザーブ (reserved) ビットフィールド
- 20 7 2 9 ライフタイム (Lifetime) フィールド
- 7 6 1 発信元ポート番号フィールド
- 7 6 2 宛先ポート番号フィールド
- 7 7 1 ペイロードタイプフィールド

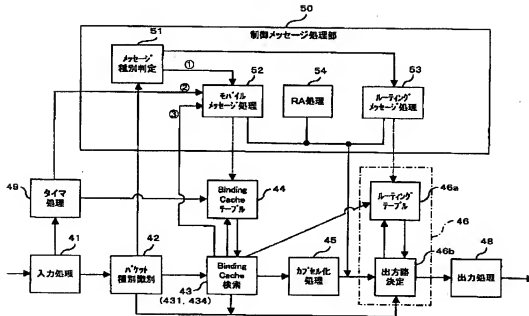
\*

【図 1】

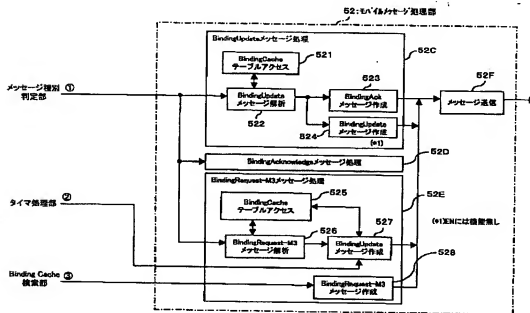




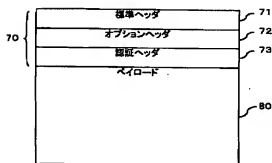
【図2】



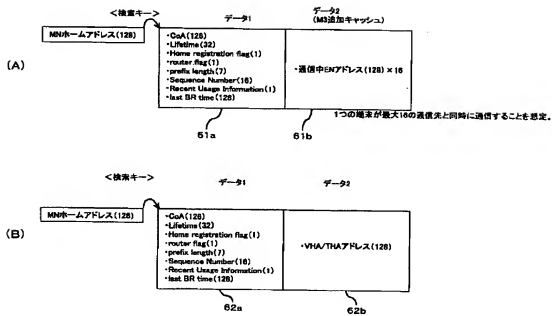
【図3】



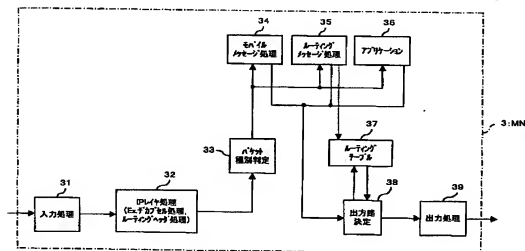
【図7】



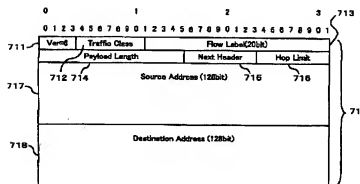
【図4】



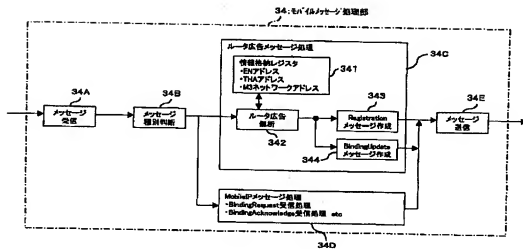
【図5】



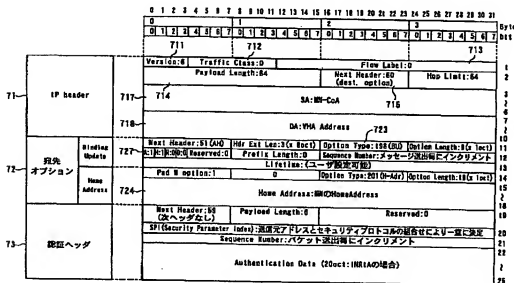
【図8】



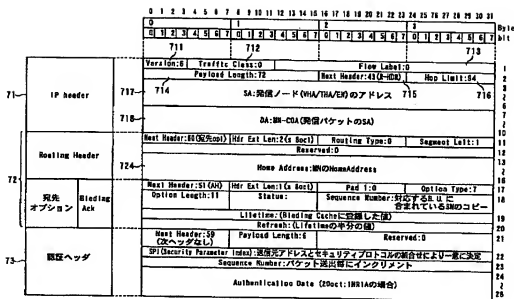
【図 6】



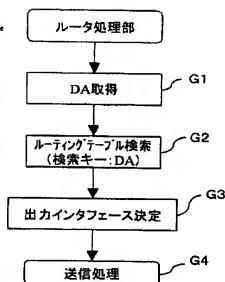
【図 9】



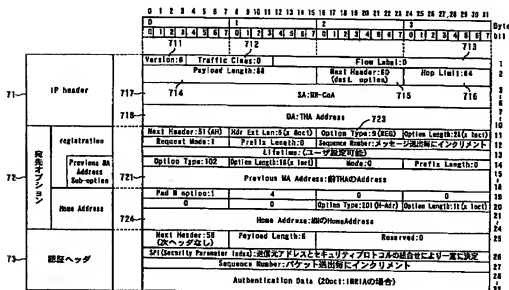
【図 10】



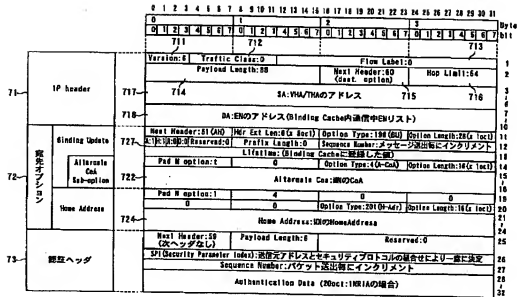
【図 29】



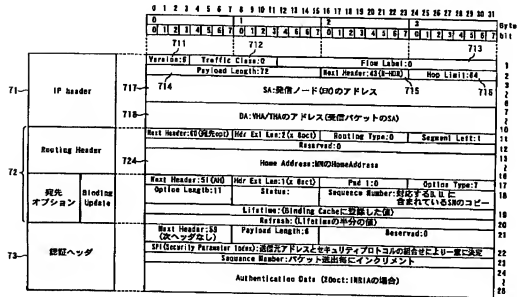
【図 11】



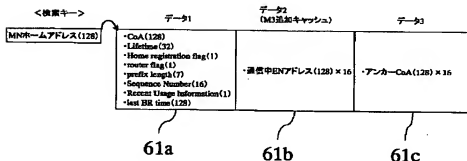
【図 12】



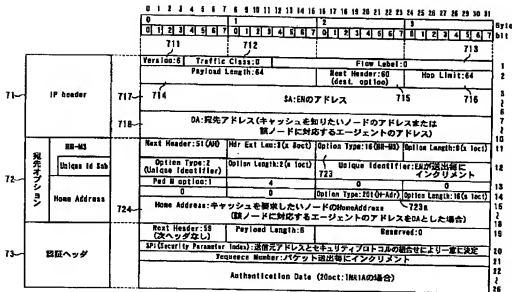
【図 13】



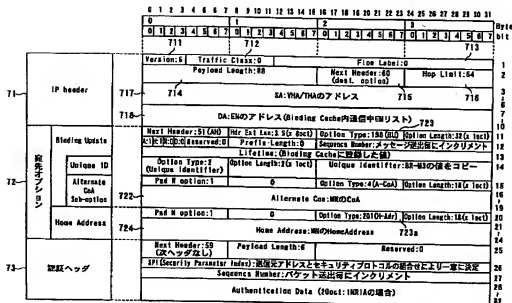
【図 56】



【図 14】



【図 15】

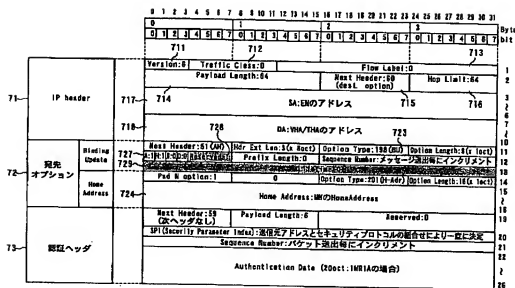


【図 60】

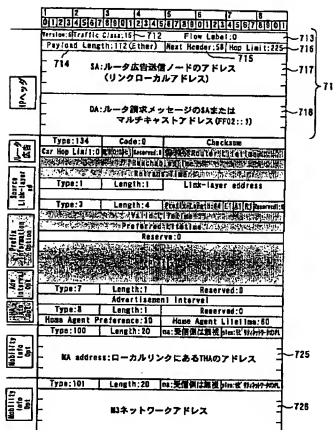
44A				44B	
MMホームアドレス	現在のCOA	lifetime1	通信開始時のCOA	lifetime2	判断方法
144.50	211.50	255	112.50	230	常に現在のCOAを使う

アドレス表記: x.y x: ネットワークID y: インタフェースID

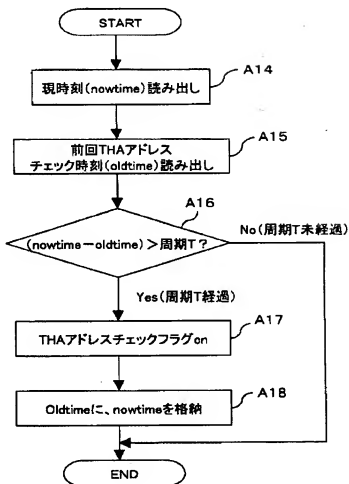
【図16】



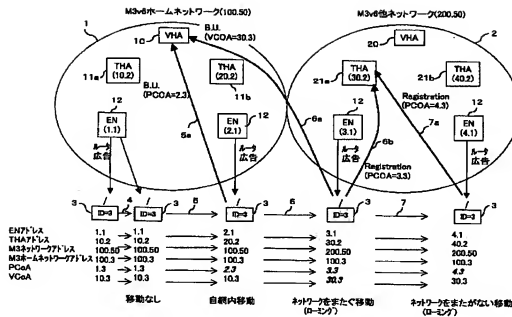
【図17】



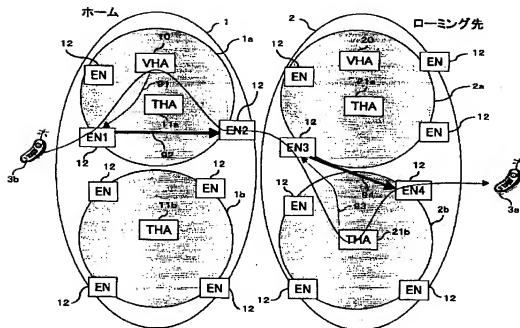
【図33】



【図 18】



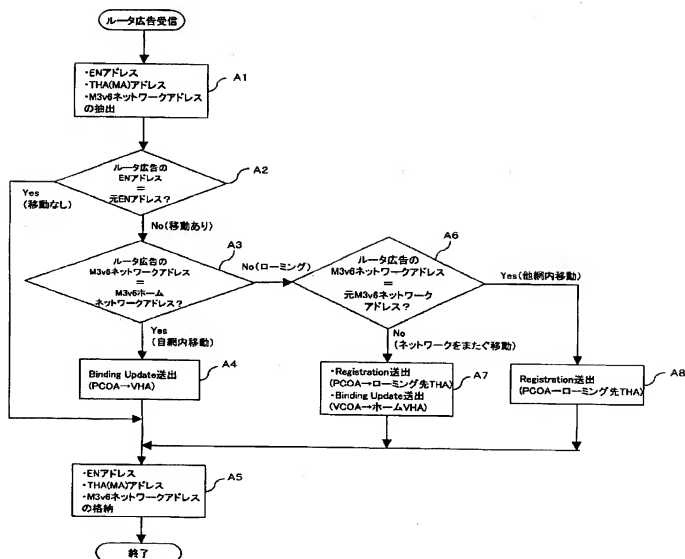
【図 19】



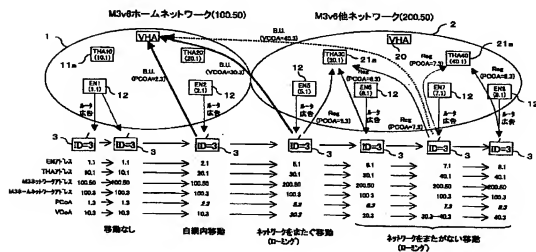




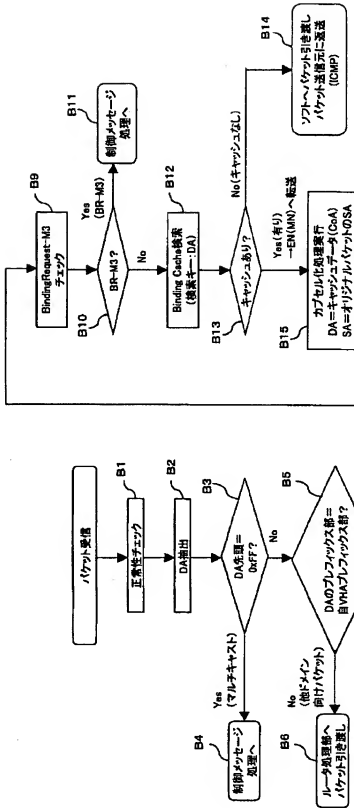
【図22】



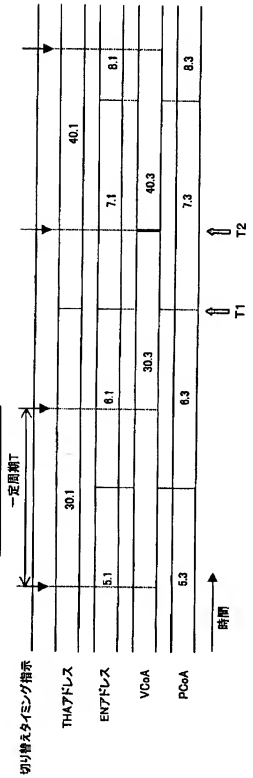
【図30】



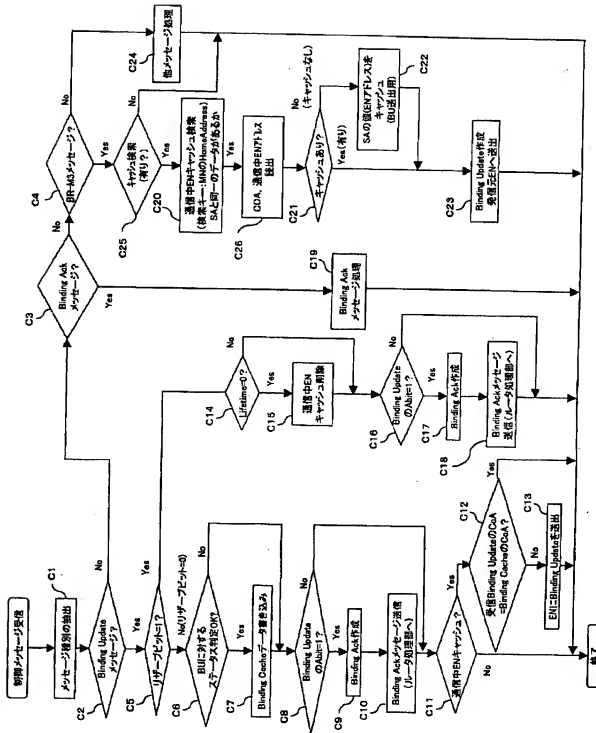
【図 23】



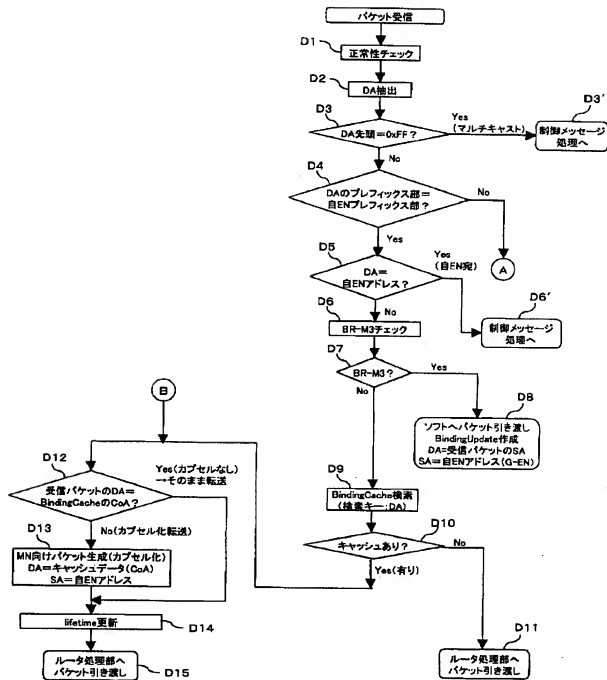
【図 31】



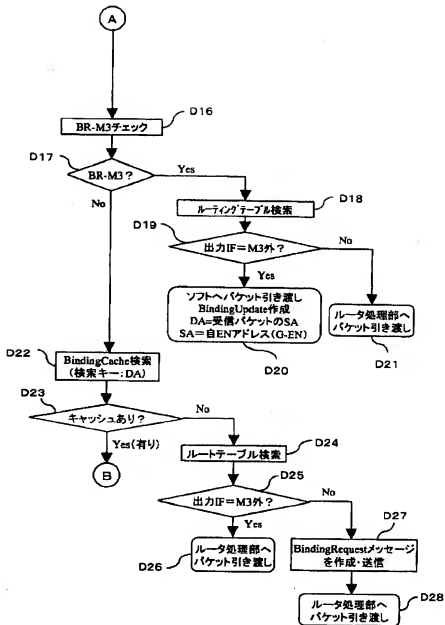
【図 24】



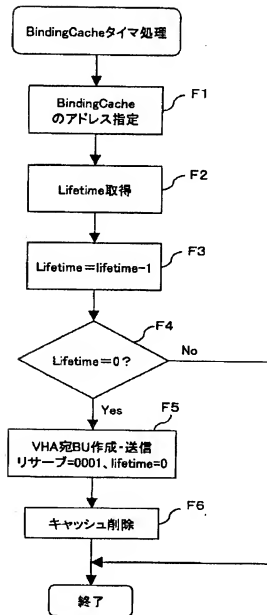
【図25】



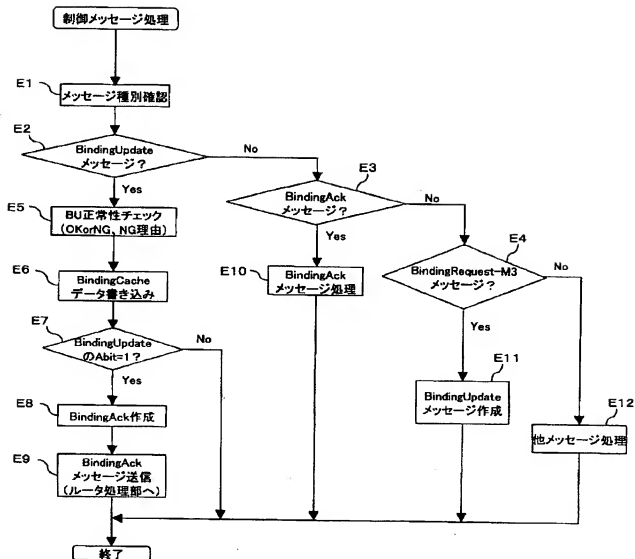
【図 26】



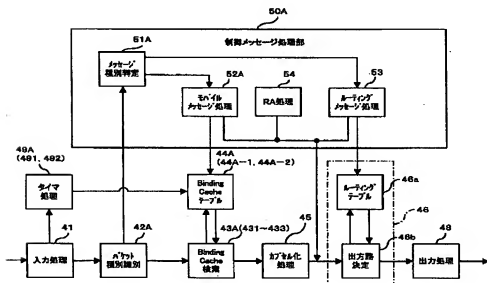
【図 28】



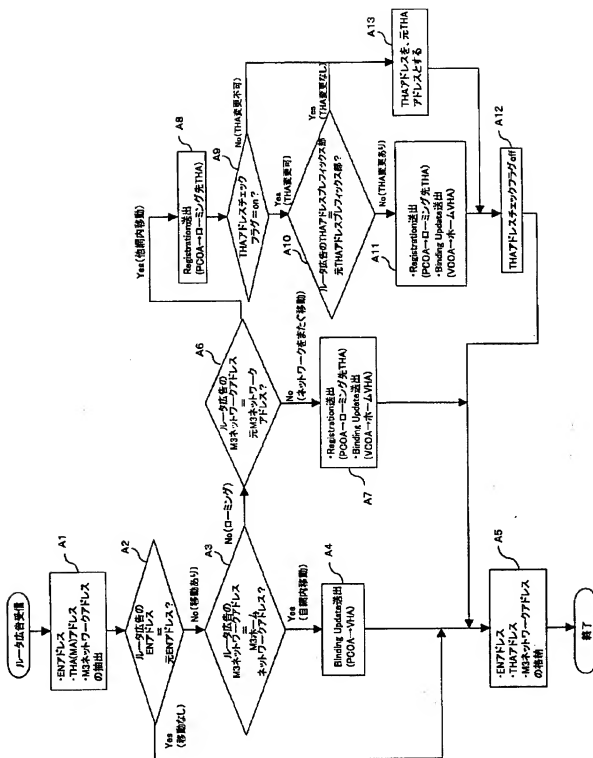
【図 27】



【図 43】

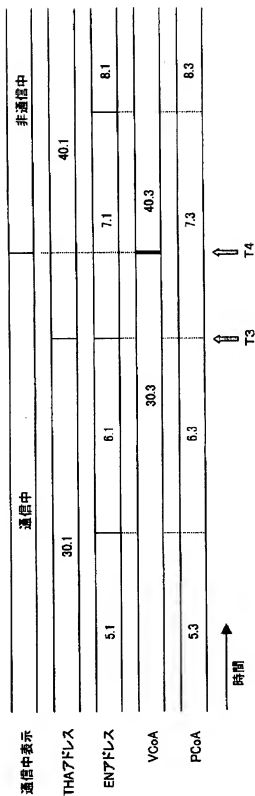


【図 32】

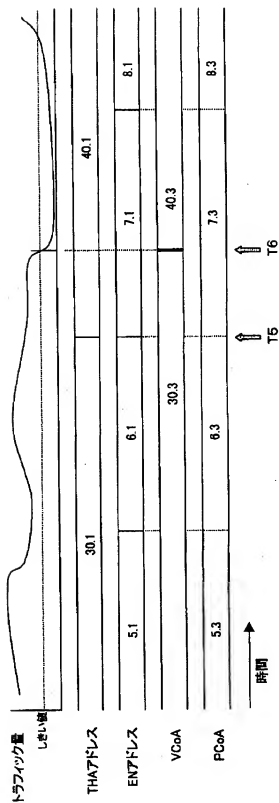




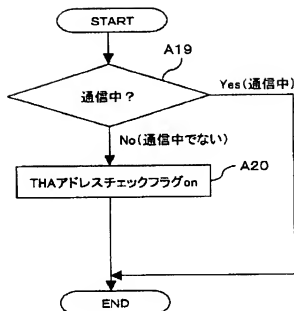
【図34】



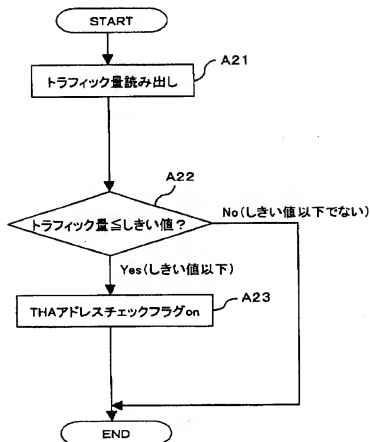
【図36】



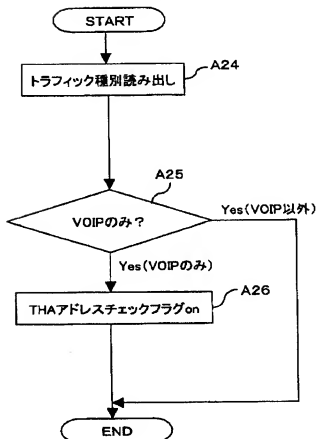
【図 35】



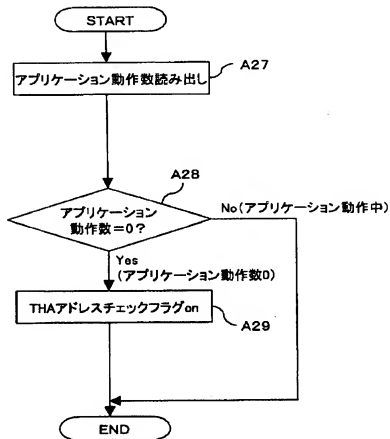
【図 37】



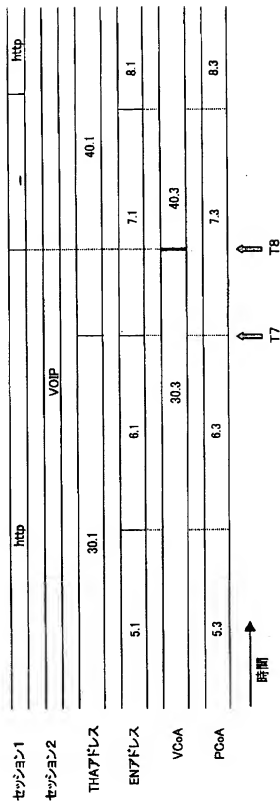
【図 39】



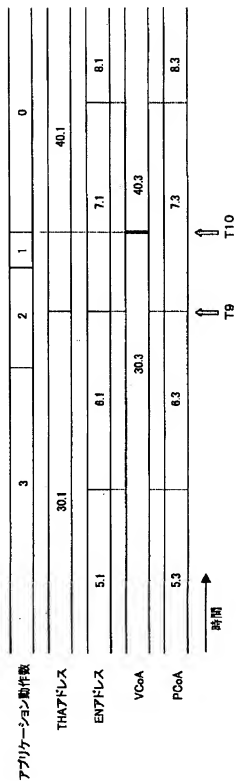
【図 41】



【図38】

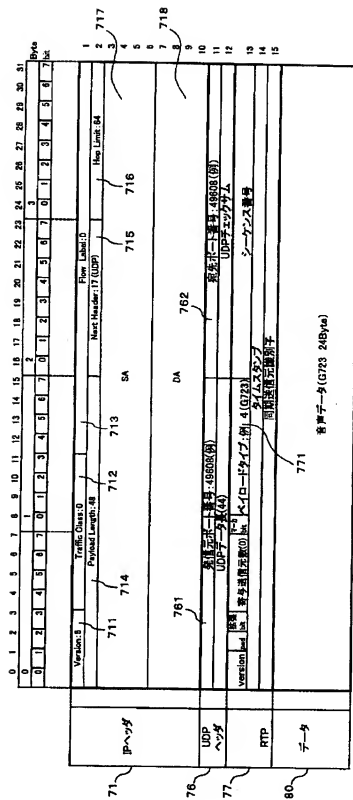


【図40】





【図 45】



【図 46】

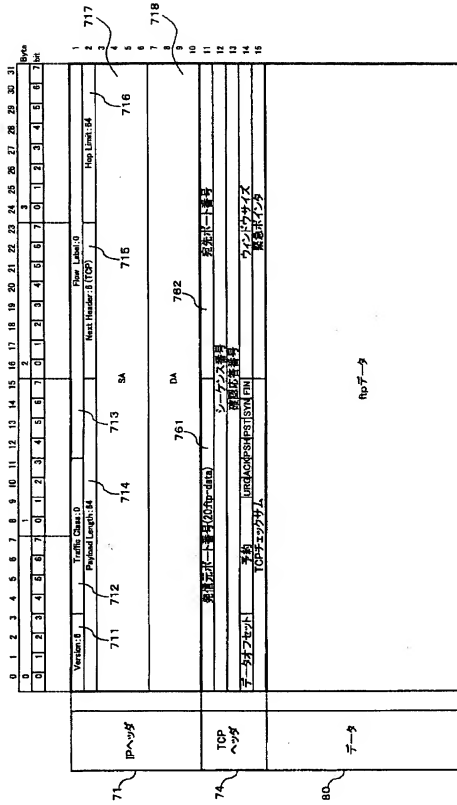
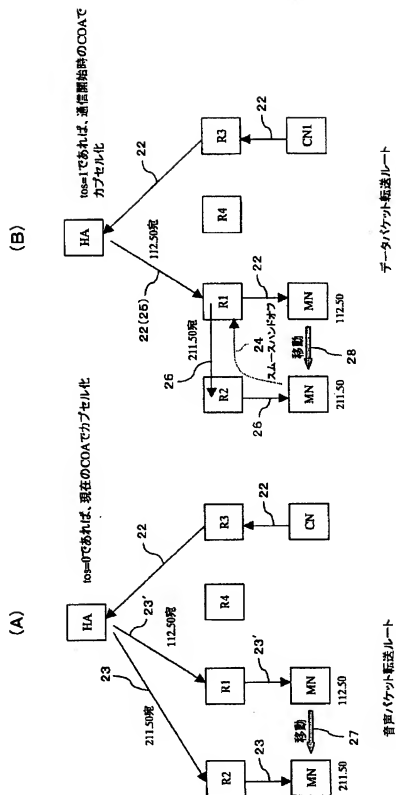


Figure 1 is a sequence diagram illustrating the communication system. The diagram shows the interaction between a Home Agent (HA), Corresponding Nodes (CN), Mobile Nodes (MN), and Routers (R1, R2) during a handover. The diagram is divided into two main sections: the top section shows the initial state and the bottom section shows the handover process. In the top section, HA sends a Binding Cache (COA1) to R1. R1 forwards COA1 to R2. R2 forwards COA1 to CN. CN sends a Binding Update (COA2登録) to R2. R2 forwards the Binding Update to R1. R1 forwards the Binding Update to HA. HA sends a Smooth Handover Hint (COA2を登録) to R1. R1 forwards the hint to R2. R2 forwards the hint to CN. CN sends a packet to R2. R2 forwards the packet to R1. R1 forwards the packet to HA. HA sends a packet to R1. R1 forwards the packet to R2. R2 forwards the packet to CN. The diagram also shows the state of the Binding Cache and the COA1/COA2 addresses.

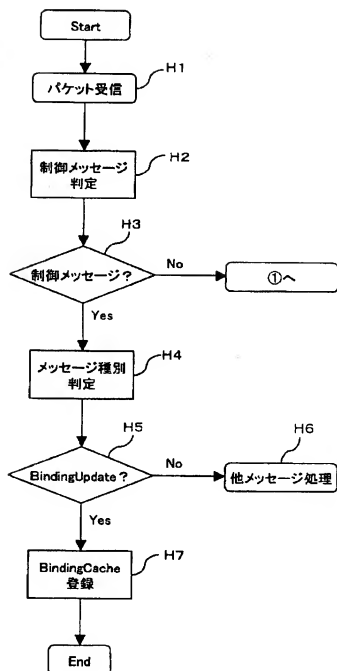
[illegible]

【図49】

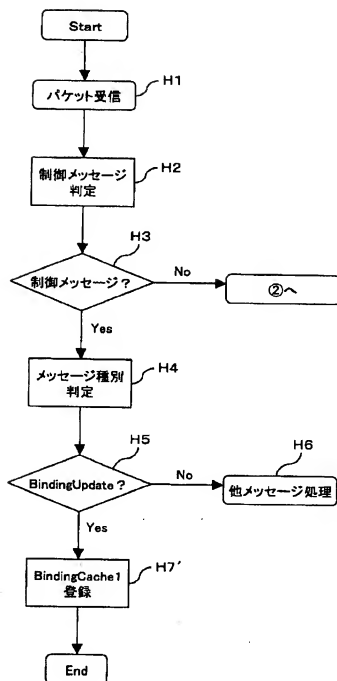




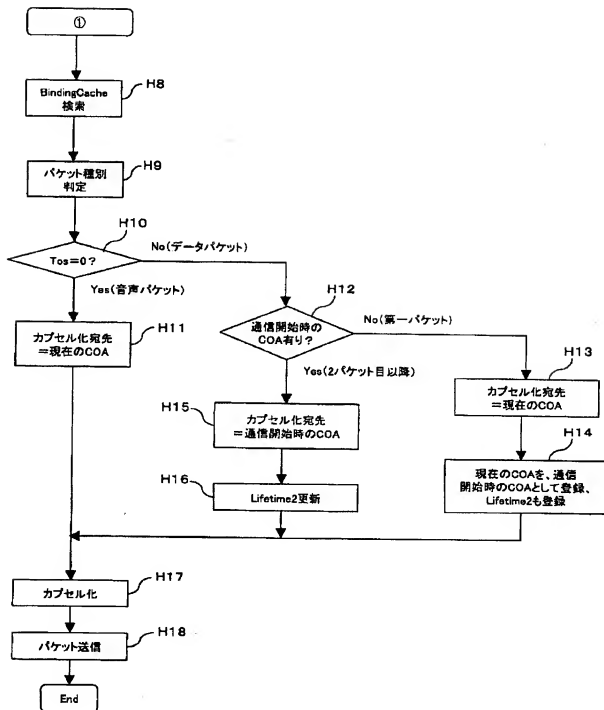
【図50】



【図54】



【図51】



[illegible]

(A)

The diagram shows a network topology. At the top, a cluster labeled 100' contains a node 8' (MN) and a node 144.3 (HA). Node 8' has a label 144.30 below it. To the right, a box labeled 14 contains the text "加入管アータサーム". Below this, a horizontal line connects several components. On the left, a node 3' (MN) is connected to a router R2 (labeled 13'-1) which has a label 211.y below it. In the center, a node 9' (MN) is connected to a router R1 (labeled 13'-2) which has a label 112.y below it. On the right, a router R4 (labeled 13') is connected to a node 13'. Further right, a node 13' is connected to a box labeled CN. Labels 44A and 44B are placed below the routers R1 and R2 respectively.

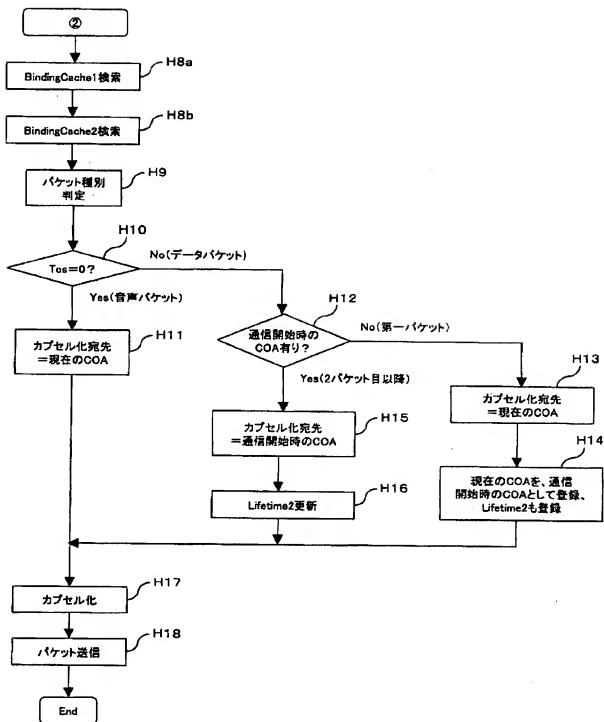
MNホームアドレス	現在のCOOA	lifetime1	通信開始時のCOOA	lifetime2	判断方法
144.50	211.50	355	112.50	230	time=0:現在のCOOA time=1:現在のCOOA time=2:通信開始時のCOOA time=3:通信開始時のCOOA

(B)

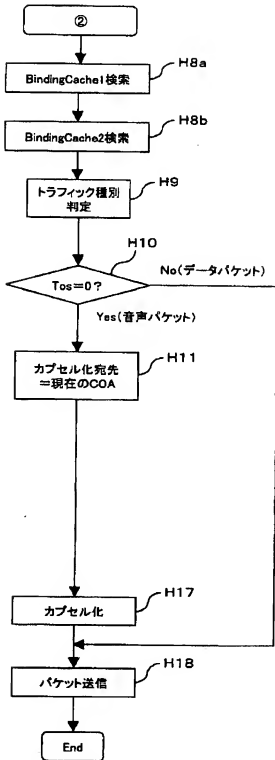
アドレス表記:x:y x:ネットワークID y:インタフェースID



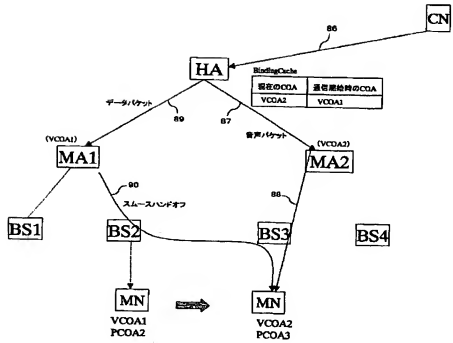
【図55】



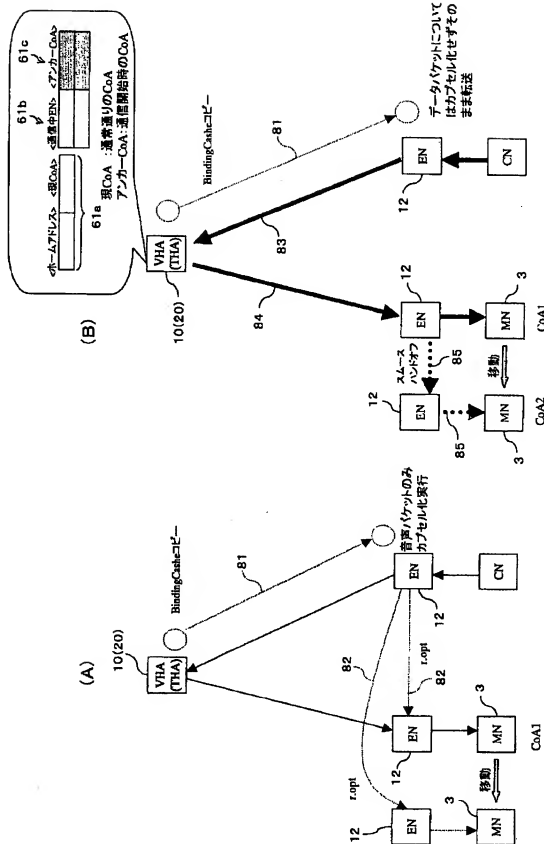
【図57】



【図61】

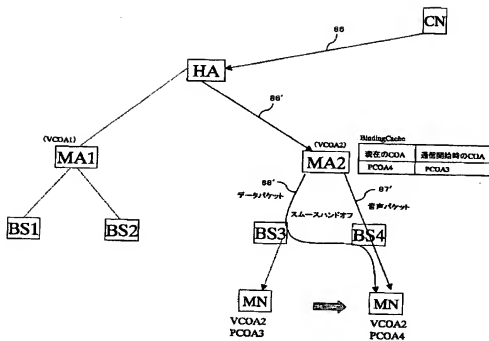


データバケット転送ルート

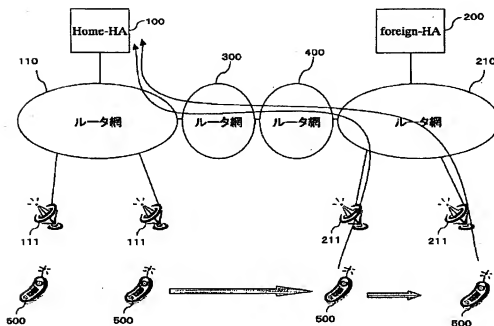


音声バケット転送ルート

【図 62】

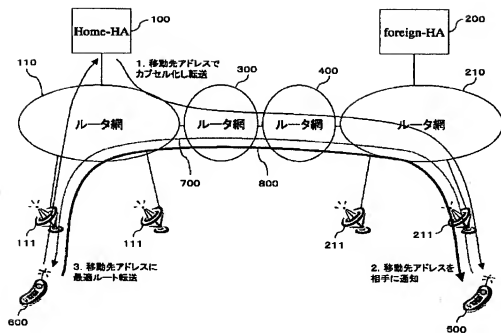


【図 63】

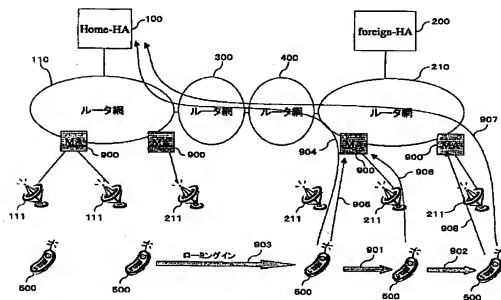




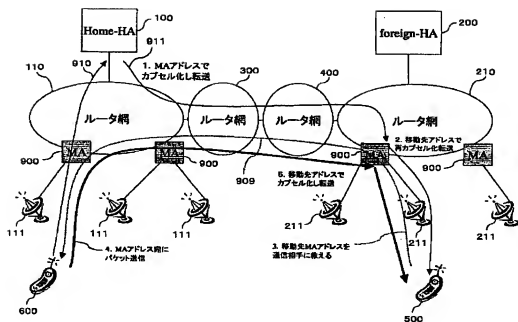
【図64】



【図65】



【図 66】



【図 67】

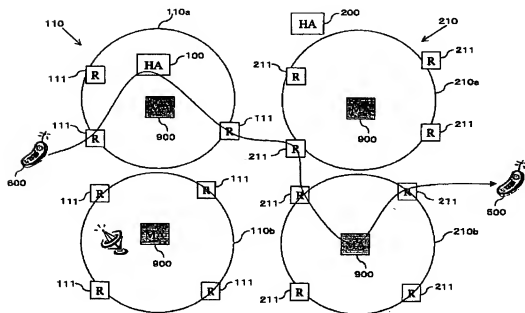


Figure 1 is a sequence diagram illustrating the handover process. The diagram shows the interaction between a Home Agent (HA), a Core Network (CN), and Mobile Nodes (MN). The process is as follows:

- HA sends a CoA message to MN (910).
- HA sends a CoA2 message to MN (911).
- MN sends a Smooth Handoff Request (COA2) to the new MN address (912).
- The new MN address sends a Smooth Handoff Response (COA2) back to MN (913).

(72)発明者 加藤 次雄  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 岡 和之  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 武智 竜一  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 玉井 明子  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

F ターム (参考) 5K030 GA11 HA08 HC01 HC09 HD03  
HD05 JL01 JL07 JT01 JT03  
JT09 KA01 KA05 KA13 LB05

- (54) 【発明の名称】 階層化パケット網におけるパケット転送方法並びに階層化パケット通信システム並びに同システムに使用されるゲートノード、エッジノード及び移動端末並びにパケット網におけるハンドオーバー方法及びルーティングノード